

doc. PaedDr. Peter Hockicko, PhD.

RNDr. Gabriela Tarjániová, PhD.

ANALÝZA KONCEPTUÁLNEHO MYSLENIA A POSTOJOV ŠTUDENTOV TECHNICKEJ UNIVERZITY

Žilinská univerzita v Žiline
EDIS-vydavateľské centrum ŽU

2020

Vydanie a tlač tejto vedeckej monografie bolo finančne podporené projektom KEGA č. 029ŽU-4/2018: Tvorba inovatívnych učebných materiálov z oblasti aplikovanej fyziky a experimentálnych meraní pre technické predmety novoakreditovaných študijných programov.

Vedecký redaktor prof. Ing. Pavol Rafajdus, PhD.

Recenzenti doc. PaedDr. Ľuboš Krišťák, PhD.

doc. PaedDr. Miriam Spodniaková Pfefferová, PhD.

Za odbornú, jazykovú a technickú úroveň publikácie zodpovedajú autori.

Vydala Žilinská univerzita v Žiline/EDIS-vydavateľské centrum ŽU

© P. Hockicko, G. Tarjániová, 2020

ISBN 978-80-554-1739-4

Obsah

Obsah.....	3
Register obrázkov.....	4
Register tabuliek.....	6
Úvod.....	7
1 Súčasný stav riešenej problematiky	9
1.1 Vzdelávanie v oblasti fyziky a prírodných vied na Slovensku.....	9
1.1.1 Výsledky štúdií PISA.....	10
1.2 Vzdelávanie v oblasti fyziky vo svete	20
2 Analýza vedomostí študentov na UNIZA	25
2.1 Analýza vedomostí študentov na Stavebnej fakulte UNIZA.....	25
2.2 Analýza vedomostí študentov na Stavebnej a Elektrotechnickej fakulte UNIZA.....	33
2.2.1 Projekt readySTEMgo a hodnotenie postojov študentov.....	33
2.3 Analýzy využitím FCI testu na EF(FEIT)	43
2.3.2 Porovnanie výsledkov FCI na UNIZA s UAS v Tampere (Fínsko)	47
2.3.3 Využitie interaktívnych prednášok a VAS metódy.....	56
2.3.4 Analýza úspešnosti študentov prvého ročníka EF UNIZA	60
2.3.5 Analýza úspešnosti študentov po absolvovaní letného Kurzu fyziky.....	64
2.3.6 Porovnanie vedomostí študentov UNIZA a gymnazistov	70
2.3.7 Využívanie videí a videoanalýz vo výučbe fyziky na FEIT	73
2.4 Analýza vedomostí študentov na Fakulte PEDaS UNIZA	80
3 Porovnanie postojov a vedomostí študentov UNIZA so študentmi z okolitých krajín	85
3.1 Výsledky readySTEMgo – porovnanie UNIZA s KU Leuven a BME Budapešť.....	86
3.2 Porovnanie výsledkov študentov FEIT a RSREU (Rusko).....	91
4 Ako ďalej?.....	109
5 Závery.....	113
Použitá a odporúčaná literatúra	115
Register.....	127

Register obrázkov

OBR. 1 PRIEMERNÉ DOSIAHNUTÉ SKÓRE SLOVENSKEJ REPUBLIKY A KRAJÍN OECD V ČITATELSKEJ GRAMOTNOSTI V JEDNOTLIVÝCH CYKLOCH ŠTÚDIE PISA (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018)	13
OBR. 2 PRIEMERNÉ DOSIAHNUTÉ SKÓRE SLOVENSKA A KRAJÍN OECD V MATEMATICKEJ GRAMOTNOSTI V JEDNOTLIVÝCH CYKLOCH ŠTÚDIE PISA (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018)	14
OBR. 3 PRIEMERNÉ DOSIAHNUTÉ SKÓRE V MATEMATICKEJ GRAMOTNOSTI CHLAPCOV A DIEVČAT V JEDNOTLIVÝCH CYKLOCH PISA – POROVNANIE SR A OECD (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018)	15
OBR. 4 PRIEMERNÉ DOSIAHNUTÉ SKÓRE SLOVENSKA A KRAJÍN OECD V PRÍRODOVEDNEJ GRAMOTNOSTI V JEDNOTLIVÝCH CYKLOCH ŠTÚDIE PISA (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018)	15
OBR. 5 PERCENTUÁLNE ROZDELENIE ŽIAKOV DO JEDNOTLIVÝCH VEDOMOSTNÝCH ÚROVNÍ PRÍRODOVEDNEJ GRAMOTNOSTI (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018)	16
OBR. 6 PRIEMERNÉ DOSIAHNUTÉ SKÓRE V PRÍRODOVEDNEJ GRAMOTNOSTI DIEVČAT A CHLAPCOV V JEDNOTLIVÝCH CYKLOCH ŠTÚDIE PISA (POROVNANIE SLOVENSKA A PRIEMERU KRAJÍN OECD) (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018)	18
OBR. 7 POROVNANIE ROKOV 2006 A 2015 V RADOSTI ŽIAKOV Z PRÍRODOVEDNÉHO VZDELÁVANIA (PISA 2015)	19
OBR. 8 POROVNANIE ROKOV 2006 A 2015 V MOTIVÁCI ŽIAKOV UČIŤ SA PRÍRODOVEDU (PISA 2015)	19
OBR. 9 POROVNANIE ROKOV 2006 A 2015 VO VNÍMANÍ VLASTNÝCH SCHOPNOSTÍ ŽIAKOV PRI RIEŠENÍ PRÍRODOVEDNÝCH PROBLÉMOV (PISA 2015)	20
OBR. 10 PROF. ERIK MAZUR (VPRAVO) – AUTOR METÓDY PEER INSTRUCTION (POČAS KONFERENCIE EDULEARN 2018)	22
OBR. 11 PRÍKLAD USPORIADANIA VÝUČBOVEJ MIESTNOSTI PRE VÝUČBU FYZIKY NA THE GEORGE WASHINGTON UNIVERSITY	23
OBR. 12 PRACOVNÝ STÔL, NA KTOROM PRACUJÚ 3 SKUPINY PO 3 ŠTUDENTOCH - THE GEORGE WASHINGTON UNIVERSITY	24
OBR. 13 PRE-TEST KONTROLNÁ A EXPERIMENTÁLNA SKUPINA	29
OBR. 14 POST-TEST KONTROLNÁ A EXPERIMENTÁLNA SKUPINA	30
OBR. 15 PRE-TEST GYMNAZISTI	31
OBR. 16 GRAF K OTÁZKE Č. 2	31
OBR. 17 PERCENTUÁLNE POROVNANIE ODPOVEDÍ ŠTUDENTOV NA TESTOVÉ OTÁZKY 2, 3 (SVF UNIZA)	32
OBR. 18 VYHODNOTENIE ODPOVEDÍ ŠTUDENTOV SVF A GYMNAZIA NA TESTOVÚ OTÁZKU 11	32
OBR. 19 VYHODNOTENIE ODPOVEDÍ ŠTUDENTOV NA TESTOVÉ OTÁZKY 12 A 13	33
OBR. 20 VYHODNOTENIE VYBRANÝCH OTÁZOK Z DOTAZNÍKA PRIESKUM SKÚSENOSTÍ ŠTUDENTOV 1. ROČNÍKA	36
OBR. 21 ROZDELENIE NAČASOVANIA ROZHODNUTIA PRE ŠTÚDIUM ZVOLENÉHO ŠTUDIJNÉHO PROGRAMU	37
OBR. 22 VZŤAH MEDZI ZÍSKANÝMI KREDITMI (CSE) PO PRVOM SEMESTRI A ZNÁMKOU Z MATEMATIKY NA STREDNEJ ŠKOLE (EF)	38
OBR. 23 VZŤAH MEDZI ZÍSKANÝMI KREDITMI (CSE) PO PRVOM SEMESTRI A VYNALOŽENOU SNAHOU NA STREDNEJ ŠKOLE	39
OBR. 24 VZŤAH MEDZI ZÍSKANÝMI KREDITMI (CSE) PO PRVOM SEMESTRI A SCHOPNOSŤAMI RIADENIA ČASU PRI NÁSTUPE NA UNIVERZITU	39
OBR. 25 VZŤAH MEDZI ZÍSKANÝMI KREDITMI (CSE) PO PRVOM SEMESTRI A ÚROVŇOU MOTIVÁCIE PRI VSTUPE NA UNIVERZITU	40
OBR. 26 HODNOTENIE PREDMETU ÚVOD DO FYZIKY PO SKÚŠKOVOM OBDOBÍ - 179 RESPONDENTOV	41
OBR. 27 HODNOTENIE ÚVODNÉHO LETNÉHO KURZU FYZIKY ŠTUDENTMI	42
OBR. 28 DOTAZNÍK NA POSÚDENIE POSTOJOV A VPLYVU LETNÉHO KURZU FYZIKY A ÚVODU DO FYZIKY NA EF	42
OBR. 29 VÝSLEDKY FCI PRE-TESTU A POST-TESTU - HISTOGRAM A KRABICOVÝ DIAGRAM (EF 2015/2016)	44
OBR. 30 FCI – PRE-TEST (UNIZA)	50
OBR. 31 FCI – PRE-TEST (TAMPERE UAS)	50
OBR. 32 KRABICOVÉ DIAGRAMY A POROVNANIE ÚSPEŠNOSTI V PRE-TESTE MEDZI UNIZA A TAMPERE UAS	51
OBR. 33 KRABICOVÝ DIAGRAM PRE-TESTU A POST-TESTU FCI VÝSLEDKOV	53
OBR. 34 GRAF DISTRIBÚCIE ISTOTY – POROVNANIE PRE EF UNIZA - PRE-POST-TEST	54
OBR. 35 GRAF DISTRIBÚCIE ISTOTY – POROVNANIE PRE EF UNIZA A TUAS - PRE-TEST	54
OBR. 36 GRAF DISTRIBÚCIE ISTOTY – POROVNANIE PRE UNIZA A TUAS - POST-TEST	55
OBR. 37 PRE-TEST A POST-TEST EXPERIMENTÁLNEJ A KONTROLNEJ SKUPINY (EF 2016/2017)	57
OBR. 38 PÁROVÝ ŠTUDENTOV T-TEST PRE EXPERIMENTÁLNU A KONTROLNÚ SKUPINU (EF 2016/2017)	58
OBR. 39 VIDEOANALÝZY A POSTOJ K ĎALŠIEMU ŠTÚDIU FYZIKY	59
OBR. 40 ÚSPEŠNOSŤ ŠTUDENTOV EF PO PRVOM SEMESTRI, KTORÍ SA ZÚČASTNILI LETNÉHO KURZU FYZIKY (2016/17)	60
OBR. 41 ÚSPEŠNOSŤ VŠETKÝCH ZAPÍSANÝCH ŠTUDENTOV EF PO PRVOM SEMESTRI (2016/17)	61
OBR. 42 ÚSPEŠNOSŤ VŠETKÝCH ZAPÍSANÝCH ŠTUDENTOV EF PO PRVOM ROKU ŠTÚDIA (2016/17)	62
OBR. 43 PRE-TEST, POST-TEST PO ÚVODE DO FYZIKY A FYZIKY I (2016/17)	63
OBR. 44 KRABICOVÝ DIAGRAM PRE PRE-TEST, POST-TEST ÚVOD DO FYZIKY A POST-TEST FYZIKA (2016/17)	63
OBR. 45 HISTOGRAM FCI PRE-TESTU A POST-TESTU ÚČASTNÍKOV LETNÉHO KURZU FYZIKY (2016/2017)	65
OBR. 46 ODPOVEDE ŠTUDENTOV, KTORÍ SA ZÚČASTNILI LETNÉHO KURZU FYZIKY A ÚVODU DO FYZIKY PO 1. SEMESTRI	66

OBR. 47 HISTOGRAM PÁROVÉHO FCI TESTU LETNÉHO KURZU FYZIKY NA UNIZA V 2017/2018.....	67
OBR. 48 HODNOTENIE KURZU FYZIKY Z POHĽADU ŠTUDENTOV NA UNIZA V 2016/2017 A 2017/2018	68
OBR. 49 HODNOTENIE FYZIKÁLNYCH ÚLOH ŠTUDENTMI V RÁMCI KURZU FYZIKY V 2016/2017 A 2017/2018.....	69
OBR. 50 DETAILNÁ ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH SPRÁVNÝCH ODPOVEDÍ A VZÁJOMNÉ POROVNANIE ODPOVEDÍ ŠTUDENTOV GYMNÁZIA SO ŠTUDENTMI UNIZA (GYM (2018), EF (FEIT) (2016-2018))	73
OBR. 51 ANALÝZA POHYBU POMOCOU PROGRAMU TRACKER. ČERVENÁ – KOVOVÝ VALEC, MODRÁ – HLINÍKOVÝ, ZELENÁ – PLASTOVÝ VALEC.....	74
OBR. 52 VÝSLEDKY FCI PRE-TESTU EXPERIMENTÁLNEJ A KONTROLNEJ SKUPINY (FEIT 2018/19)	76
OBR. 53 VÝSLEDKY FCI POST-TESTU EXPERIMENTÁLNEJ A KONTROLNEJ SKUPINY (FEIT 2018/19)	77
OBR. 54 FCI SKÓRE PRE- A POST-TESTU PRE EXPERIMENTÁLNU SKUPINU (FEIT 2018/19)	78
OBR. 55 FCI SKÓRE PRE- A POST-TESTU PRE KONTROLNÚ SKUPINU (FEIT 2018/19).....	79
OBR. 56 PRE-TEST REALIZOVANÝ NA ZAČIATKU SEMESTRA A POST-TEST REALIZOVANÝ NA KONCI SEMESTRA 2016/17	82
OBR. 57 HODNOTENIE KURZU FYZIKY ŠTUDENTMI FAKULTY PEDAS (2016/17)	82
OBR. 58 POSTOJOVÉ HODNOTENIE KURZU FYZIKY ŠTUDENTMI FAKULTY PEDAS (LASSI) (2016/17).....	83
OBR. 59 FCI SKÓRE PRE- A POST-TESTU PEDAS (2019/20)	84
OBR. 60 HODNOTENIE ŠKÁLY POSTOJOV K DÔLEŽITOSTI ŠTÚDIA NA UNIVERZITE PRE TRI UNIVERZITY – KU LEUVEN, BME BUDAPEŠŤ A UNIZA.....	88
OBR. 61 HODNOTENIE ŠKÁLY MOTIVÁCIE ŠTUDENTOV PRE TRI UNIVERZITY – KU LEUVEN, BME BUDAPEŠŤ, UNIZA	89
OBR. 62 VZŤAH MEDZI SCHOPNOSŤAMI RIADENIA ČASU NA ZAČIATKU A VÝSLEDKAMI ŠTUDENTOV PO PRVÝCH SKÚŠKACH NA UNIVERZITE V ROKOCH 2016/2017 (KU LEUVEN, UNIZA A BME)	91
OBR. 63 HISTOGRAM ZOBRAZUJÚCI VÝSLEDKY FCI PRE-TESTOV NA UNIVERZITÁCH UNIZA A RSREU (2018/2019)	93
OBR. 64 ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH ODPOVEDÍ NA OTÁZKY FCI NA OBOCH UNIVERZITÁCH V PRE-TESTE (2018/2019).....	94
OBR. 65 HISTOGRAM ZOBRAZUJÚCI VÝSLEDKY FCI POST-TESTU NA UNIVERZITÁCH UNIZA A RSREU (2018/2019)	94
OBR. 66 ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH OTÁZOK FCI PRE-TESTU A POST-TESTU ŠTUDENTOV FEIT (2018/2019).....	98
OBR. 67 ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH OTÁZOK FCI PRE-TESTU A POST-TESTU ŠTUDENTOV RSREU (2018/2019)	98
OBR. 68 HISTOGRAM FCI PRE-TESTU A POST-TESTU (FEIT 2018/2019).....	100
OBR. 69 HISTOGRAM FCI PRE-TESTU A POST-TESTU (RSREU 2018/2019)	100
OBR. 70 HISTOGRAM FCI PRE-TESTU A POST-TESTU PO ABSOLVOVANÍ KURZU FYZIKA 1 (FEIT 2018/2019).....	101
OBR. 71 HISTOGRAM ZOBRAZUJÚCI VÝSLEDKY FCI PRE- A POST-TESTU NA FEIT UNIZA V 2019/2020	102
OBR. 72 HISTOGRAM ZOBRAZUJÚCI VÝSLEDKY FCI PRE- A POST-TESTU NA RSREU V 2019/2020	104
OBR. 73 PRE-TEST A POST-TEST (FEIT 2019/20) - ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH OTÁZOK FCI TESTU	104
OBR. 74 PRE-TEST A POST-TEST (RSREU 2019/20) - ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH OTÁZOK FCI TESTU	105
OBR. 75 RIEŠENIE ÚLOHY POMOCOU VIDEOANALÝZY POMOCOU PROGRAMU TRACKER	106
OBR. 76 ANALÝZA ZMENY HYBNOSTI A PÔSOBIACEJ SILY	107
OBR. 77 KRABICOVÉ GRAFY VÝSLEDKOV FCI PRE- A POST-TESTOV V 2017/18, 2018/19, 2019/20	110
OBR. 78 ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH OTÁZOK VÝSLEDKOV FCI PRE-TESTU A POST-TESTU V 2017/18, 2018/19, 2019/20	110
OBR. 79 TESTOVANIE ŠTUDENTOV NA PREDNÁŠKE POMOCOU APLIKÁCIE SLIDO.COM	112

Register tabuliek

TAB. 1 PÁROVÝ TEST (VŠETCI ŠTUDENTI)	27
TAB. 2 PÁROVÝ TEST (EXPERIMENTÁLNA SKUPINA, KONTROLNÁ SKUPINA)	27
TAB. 3 F-TEST (PRE-TEST)	28
TAB. 4 T-TEST S PREDPOKLADOM ROVNOSTÍ ROZPTYLOV VYŠETROVANÝCH SKUPÍN (PRE-TEST)	28
TAB. 5 F-TEST (POST-TEST)	29
TAB. 6 T-TEST S PREDPOKLADOM ROVNOSTÍ ROZPTYLOV VYŠETROVANÝCH SKUPÍN	29
TAB. 7 VZŤAH MEDZI TYPOM ŠKOLY A DOSIAHNUTÝMI VÝSLEDKAMI PO PRVOM SEMESTRI	37
TAB. 8 PODIEL ŠTUDENTOV PRVÉHO ROČNÍKA NA JEDNOTLIVÝCH FAKULTÁCH UNIZA (EF, SvF, SJF), KTORÍ PREDČASNE UKONČILI SVOJE ŠTÚDIUM, K ZAPÍSANÝM ŠTUDENTOM	43
TAB. 9 PRE-TEST, POST-TEST (EF 2015/2016)	44
TAB. 10 VSTUPNÉ A VÝSTUPNÉ ODPOVEDE ŠTUDENTOV NA JEDNOTLIVÉ OTÁZKY (EF 2015/2016)	45
TAB. 11 PRE-TEST: F-TEST A T-TEST, POST-TEST: F-TEST A T-TEST (EF 2016/2017)	57
TAB. 12 PÁROVÝ T-TEST PRE EXPERIMENTÁLNU A KONTROLNÚ SKUPINU (EF 2016/2017)	58
TAB. 13 STUDENTOV T-TEST: DVOJVÝBEROVÝ PÁROVÝ TEST NA STREDNÚ HODNOTU (2016/2017)	64
TAB. 14 STUDENTOV T-TEST: DVOJVÝBEROVÝ PÁROVÝ TEST NA STREDNÚ HODNOTU (2017/2018)	67
TAB. 15 PERCENTUÁLNE ZASTÚPENIE ODPOVEDÍ NA JEDNOTLIVÉ OTÁZKY (GYM (2018), EF (FEIT) (2016-2018))	71
TAB. 16 PRE-TEST: F-TEST DVOJVZORKOVÝ PRE ODCHÝLKY A T-TEST DVOJVZORKOVÝ ZA PREDPOKLADU ROVNAKÝCH ODCHÝLIEK (FEIT 2018/19)	76
TAB. 17 POST-TEST: F-TEST DVOJVZORKOVÝ PRE ODCHÝLKY A T-TEST DVOJVZORKOVÝ ZA PREDPOKLADU NEROVNAKÝCH ODCHÝLIEK (FEIT 2018/19)	77
TAB. 18 PÁROVÝ T-TEST: DVOJVZORKOVÝ PRE STREDNÉ HODNOTY – EXPERIMENTÁLNA SKUPINA (FEIT 2018/19)	78
TAB. 19 PÁROVÝ T-TEST: DVOJVZORKOVÝ PRE STREDNÉ HODNOTY – KONTROLNÁ SKUPINA (FEIT 2018/19)	79
TAB. 20 PÁROVÝ T-TEST: DVOJVZORKOVÝ PRE STREDNÉ HODNOTY PEDAS (2019/20)	84
TAB. 21 F-TEST A T-TEST: DVOJVZORKOVÝ S PREDPOKLADOM NEROVNAKÝCH ODCHÝLOK (FCI PRE-TEST) (2018/2019)	93
TAB. 22 F-TEST DVOJVZORKOVÝ PRE ODCHÝLKY A T-TEST DVOJVZORKOVÝ ZA PREDPOKLADU ROVNAKÝCH ODCHÝLOK (POST-TEST) (2018/2019)	95
TAB. 23 PERCENTUÁLNE ZASTÚPENIE JEDNOTLIVÝCH ODPOVEDÍ ŠTUDENTOV NA OTÁZKY FCI PRE- A POST-TESTU (FEIT / RSREU) (2018/2019)	97
TAB. 24 PÁROVÝ STUDENTOV T-TEST (FEIT 2018/2019) – PRE-TEST A POST-TEST	99
TAB. 25 PÁROVÝ STUDENTOV T-TEST (RSREU 2018/2019) – PRE-TEST A POST-TEST	101
TAB. 26 POST-TEST A PRE-TEST PO KURZE FYZIKA 1 – FEIT (2018/19)	102
TAB. 27 PÁROVÝ STUDENTOV T-TEST (FEIT 2019/20)	103
TAB. 28 PÁROVÝ STUDENTOV T-TEST (RSREU 2019/20)	103
TAB. 29 ANALÝZA KONKRÉTNÝCH OTÁZOK V JEDNOTLIVÝCH AKADEMICKÝCH ROKOCH (2018/2019, 2019/2020) (ICERI 2020)	106
TAB. 30 ANALÝZA NORMALIZOVANÉHO ZISKU G_N V JEDNOTLIVÝCH ROKOCH PRE VYBRANÉ OTÁZKY (FEIT)	107
TAB. 31 ANALÝZA VYBRANÝCH OTÁZOK FCI POČAS JEDNOTLIVÝCH AKADEMICKÝCH ROKOV (2017- 2019)	111
TAB. 32 ANALÝZA NORMALIZOVANÉHO VÁŽENÉHO PRIEMERU G_N V JEDNOTLIVÝCH AKADEMICKÝCH ROKOCH	111

Úvod

Výučba matematiky a fyziky v prvých ročníkoch vysokoškolského štúdia na technických univerzitách patrí medzi obťažné z pohľadu študentov. Mnohí z tých, ktorí predčasne ukončili svoje vysokoškolské štúdium, interpretujú svoj neúspech náročnosťou matematiky a fyziky. Toto je pohľad niektorých študentov. Z pohľadu prednášajúcich sa však po obsahovej stránke v úvodných kurzoch matematiky a fyziky nič nezmenilo, avšak študenti, ktorí prichádzajú študovať na univerzitu, sú z roka na rok slabšie pripravení zvládnuť náročné vysokoškolské štúdium.

Predkladaná vedecká monografia mapuje vstupné a výstupné charakteristiky študentov, ich pripravenosť (nepripravenosť) na zvládnutie štúdia fyziky na univerzite, pokroky a nárast vedomostí počas pedagogického procesu. Taktiež poukazuje na porovnanie výsledkov testov študentov študujúcich na Žilinskej univerzite v Žiline (UNIZA), zvlášť na Fakulte elektrotechniky a informačných technológií (FEIT) UNIZA v porovnaní so študentmi študujúcimi na technických univerzitách v zahraničí – UAS Tampere, KU Leuven, BME Budapešť, Ryazaň.

Predkladaná publikácia je rozdelená na päť kapitol:

Po úvodnej časti nasleduje súčasný stav riešenej problematiky na Slovensku a vo svete. V druhej kapitole je urobená analýza vedomostí študentov na Žilinskej univerzite v Žiline (UNIZA), zvlášť na Fakulte elektrotechniky a informačných technológií (FEIT) UNIZA. Tretia kapitola ponúka porovnanie vedomostí a postojov študentov UNIZA so študentmi z okolitých krajín – z Belgicka, Maďarska, Ruska a Fínska. Vo štvrtej kapitole sa zamýšľame ako ďalej v našom výskume a napredovaní a analyzujeme výsledky testov z posledných rokov. Piata kapitola ponúka závery. Literatúra, uvedená v závere publikácie, predstavuje nielen literatúru, z ktorej bolo čerpané pri zostavovaní danej monografie, ale aj literatúru odporúčanú pre ďalšie, hlbšie štúdium predkladanej problematiky.

Z našich doterajších výskumov realizovaných v rámci projektov KEGA č. 075-008ŽU-4/2010 a 035ŽU-4/2012 vyplynulo, že študenti, ktorí využívali interaktívne metódy pri štúdiu, napr. pracovali s videoanalýzami v programe Tracker, dosiahli štatisticky významne lepšie výsledky vo vedomostiach z fyziky ako študenti, ktorí pracovali na výpočtových cvičeniach štandardným spôsobom. Možno povedať, že v zmysle Bloomovej taxonómie poznávacích cieľov riešili problémové úlohy na vyšších úrovniach osvojenia si poznatkov a to hlavne na úrovni aplikácia, analýza, syntéza a hodnotenie.

Radi by sme sa poďakovali odborným recenzentom doc. PaedDr. Miriam Spodniakovej Pfefferovej, PhD. a doc. PaedDr. Lubošovi Krišťákovi, PhD. za starostlivé prečítanie danej publikácie, za ich návrhy a pripomienky, ktoré prispeli k skvalitneniu tejto monografie.

Taktiež poďakovanie patrí ďalším kolegom, ktorí spolupracovali na výskume a na výsledkoch prezentovaných v tejto monografii, konkrétne: Davidovi Kochovi z Arizona State University za poskytnutie FCI testu, Maatrenovi Pinxtenovi, Greet Langie a Tinne De Laet z KU Leuven (Belgicko), Palovi Pacherovi z BME Budapešť (Budapesti Muszaki Es Gazdasagtudomanyi Egyetem (Hungary)), Christianovi Kautzovi z TU Hamburg (Technische Universität Hamburg-Harburg (Germany)), Kamelovi Hawwashovi z The University of Birmingham (United Kingdom), Katrine Nordström z Aalto University (Finland) a Françoise Come (SEFI – European Society for Engineering Education (Belgium)) - (projekt readySTEMgo), Juhovi Tiilimu a Samimu Suhonenovi z University of Applied Sciences Tampere (Finland), Natalii Kopylovej z Ryazan State Radio Engineering University (Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина (Ruská federácia)) a Andrei Bednárovej z Gymnázia Hlinská 29, Žilina.

Obrázky a tabuľky prezentované v danej vedeckej monografii sú vo väčšine prípadov prevzaté z príspevkov publikovaných v zborníkoch zo zahraničných konferencií a prezentovaných na medzinárodných konferenciách súvisiacich s inžinierskym vzdelávaním (STEM education) a to hlavne SEFI Annual Conference (European Society for Engineering Education), EDULearn, ICERI, PTEE (Physics Teaching in Engineering Education), Elektro, Konferencia slovenských a českých fyzikov, a preto sú v anglickom jazyku aj s uvedením zdroja, kde boli publikované.

Vydanie a tlač tejto publikácie bolo finančne podporené projektom KEGA č. 029ŽU-4/2018: Tvorba inovatívnych učebných materiálov z oblasti aplikovanej fyziky a experimentálnych meraní pre technické predmety novoakreditovaných študijných programov. Obsahovo daný projekt nadväzuje na riešené projekty: KEGA č. 035ŽU-4/2012: Formovanie fyzikálnych predstáv prostredníctvom videoanalýzy a videomeraní pre zatriaktivnenie a popularizáciu fyziky a KEGA č. 003TU Z-4/2015: Rozvoj konceptuálneho myslenia na technických univerzitách.

Autori

1 Súčasný stav riešenej problematiky

So zámerom skvalitnenia vysokoškolského vzdelávania prebiehajú neustále inovácie, akreditácie študijných programov a z času na čas sa objaví komplexná reforma vzdelávacieho systému. Posledná väčšia reforma vysokoškolského vzdelávacieho systému bola spustená v roku 2002, odkedy sa začalo s prechodom na trojstupňový systém vysokoškolského vzdelávania. V rámci zmeny niektorých študijných programov došlo k presunom predmetov spojených s fyzikou z bakalárskeho stupňa do magisterského/inžinierskeho stupňa štúdia, v niektorých prípadoch dokonca k eliminácii.

V dôsledku reforiem základného a stredného školstva boli taktiež zredukované časové dotácie prírodovedných a technických predmetov. Matematické zručnosti, ktoré mali študenti získať na základných a stredných školách, mnohokrát chýbajú vo vysokoškolskom stupni štúdia. Pre učiteľov vysokoškolských kurzov matematiky a fyziky je často zarážajúce, že študenti, ktorí boli riadne prijatí na vysokoškolské štúdium na technickej univerzite, majú elementárne problémy pri riešení rovníc, úprave zlomkov, formulácii základných prírodovedných zákonov. Narastajúci počet vysokých škôl a potreba väčšieho počtu vysokoškolsky vzdelaných ľudí prispela len k zníženiu požiadaviek pri prijímacích konaniach na štúdium na vysokých školách. Je náročné pre pedagógov na VŠ skvalitňovať úroveň fyzikálneho vzdelávania bez toho, aby nedošlo k skvalitneniu na stredných školách.

Vzhľadom na to, že nie sme schopní ovplyvniť úroveň vzdelávania na základných a stredných školách priamo, je potrebné sa pripraviť na príchod študentov zo stredných škôl, ktorí prejavili záujem študovať na technickej vysokej škole, preskúmať ich aktuálny stav vedomostí a pomôcť im doplniť chýbajúce stredoškolské vedomosti, aby boli pripravení čo najlepšie zvládať štúdium fyziky na vysokej škole technického zamerania.

Nasledujúce kapitoly mapujú vstupný stav vedomostí študentov z fyziky počas posledných rokov a taktiež aj zmeny dosiahnuté intervenčnými zásahmi počas štúdia študentov na UNIZA.

1.1 Vzdelávanie v oblasti fyziky a prírodných vied na Slovensku

Ako vyplýva zo štatistík, v roku 1980 malo na Slovensku stredoškolské vzdelanie len približne 50 % populácie. Dnes ho má okolo 70 % obyvateľov Slovenska. Čo sa týka vysokoškolského vzdelania, v roku 1980 ho malo iba 5 % populácie, v roku 2015 to už bolo viac ako 17 % (OECD, 2016). Je však potrebné poznamenať, že kedysi bolo prijímanie na vysoké školy technického zamerania podmienené výsledkom prijímacích skúšok,

v dnešnej dobe je podmienkou ukončené stredoškolské vzdelanie s maturitou a na mnohých vysokých školách sa vstupné testovanie už neuskutočňuje. Vzhľadom na to, že nie je potrebná maturita z matematiky, či fyziky alebo prírodovedne orientovaných predmetov, u niektorých študentov nie sú ani len vytvorené predpoklady, aby dokázali zvládnuť vysokoškolské štúdium technického zamerania.

Na druhej strane, aj napriek narastajúcemu počtu úspešných absolventov vysokých škôl technického zamerania je zo strany zamestnávateľov deklarované, že chýbajú kvalifikovaní technickí odborníci.

Zrkadlo spoločnosti nastavujú výsledky medzinárodného testovania PISA (Programme for International Student Assessment) - v doslovnom preklade Program medzinárodného hodnotenia žiakov. Ide o štúdiu, ktorá zisťuje a na medzinárodnej úrovni aj porovnáva výsledky vzdelávania z pohľadu požiadaviek trhu práce. Výsledkom štúdie PISA nie je informácia o tom, ako žiaci ukončujúci povinnú školskú dochádzku na Slovensku zvládli obsahový a výkonový štandard z pohľadu národného kurikula, ale výsledkom je informácia o tom, na akej úrovni zvládli títo žiaci osvojenie si zručností, ktoré sú v súčasnosti celosvetovo považované za dôležité, a to nielen pre úspešný vstup na trh práce. PISA hodnotí schopnosť riešiť problémy, schopnosť kriticky myslieť, vyvodiť logické závery, v texte vyhľadať potrebné informácie, rozlíšiť dôveryhodnosť zdroja informácií a pod. (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018). Ide o jedno z najznámejších medzinárodných hodnotení zručností v oblasti matematiky, prírodných vied a čítania. Ide o hodnotenie, ktoré primárne nevychádza z našich národných podmienok, ale zo zručností, ktoré sú považované za dôležité z pohľadu vzdelávacej politiky OECD. Záverečná správa PISA pomáha identifikovať niektoré z možných problematických oblastí nášho vzdelávacieho systému.

1.1.1 Výsledky štúdií PISA

Štúdiu PISA začala realizovať Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (OECD) v roku 2000. V roku 2003 prejavila záujem o tento typ spätnej väzby pre vzdelávací systém aj Slovenská republika - členská krajina OECD. Štúdia PISA sa realizuje pravidelne, v trojročných intervaloch, pre Slovensko bol posledný realizovaný cyklus PISA 2018 v poradí už šiestym. PISA sa primárne zameriava na hodnotenie čitateľskej, prírodovednej a matematickej gramotnosti 15-ročných žiakov končiacich povinnú školskú dochádzku. Plynulý priebeh merania a zozbieranie kvalitných dát na národnej úrovni na Slovensku vykonáva Národný ústav certifikovaných meraní vzdelávania (NÚCEM), ktorý realizuje

medzinárodné merania na základe poverenia Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR.

Cieľom štúdie PISA je predovšetkým identifikovať možné problematické oblasti pomocou štandardizovaného nástroja. Výsledkom štúdie je súbor údajov, ktoré medzinárodné centrum spracúva vo všeobecnej rovine zameriavajúc sa na porovnania krajín navzájom.

Testovanie 2018 sa týkalo 6 škôl v pilotnom meraní a 41 škôl v hlavnom meraní PISA 2018. V hlavnom meraní štúdie PISA 2018 sa monitoring kvality uskutočnil v 15 školách (zastúpenie škôl: základná škola, špeciálna základná škola, 8-ročné gymnázium, 4-ročné gymnázium, SOŠ s maturitou, SOŠ bez maturity). Databázy medzinárodných výsledkov štúdie PISA ako aj základné informácie o štúdiu PISA, technická správa a rámce pre jednotlivé gramotnosti, sú voľne dostupné širokej verejnosti na webovom sídle OECD.

Obsahom štúdií PISA je samotné hodnotenie čitateľskej, matematickej a prírodovednej gramotnosti na národnej úrovni, ich porovnania s predchádzajúcimi ročníkmi a porovnanie výsledkov na medzinárodnej úrovni.

Čitateľská gramotnosť pre PISA 2018 bola definovaná: „Čitateľská gramotnosť je porozumenie, používanie, zhodnotenie textov, uvažovanie o nich a zaangažovanosť čitateľa do čítania s cieľom dosahovania osobných cieľov, rozvíjania vlastných vedomostí a schopností a podieľania sa na živote spoločnosti.“ (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018).

Matematická gramotnosť je v danej štúdiu PISA 2018 definovaná takto: „Matematická gramotnosť je schopnosť človeka vyjadriť, použiť a interpretovať matematiku v rôznych súvislostiach. Zahŕňa matematické myslenie, používanie matematických pojmov, postupov, faktov a nástrojov na opis, vysvetlenie alebo predpovedanie javu. Pomáha uvedomiť si, akú úlohu má matematika v reálnom svete, a na tomto základe správne posudzovať a rozhodovať sa tak, ako sa to vyžaduje od konštruktívneho, zaangažovaného a rozmyšľajúceho občana.“ (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018).

Prírodovedná gramotnosť je v štúdiu PISA zadefinovaná nasledujúco: „Prírodovedná gramotnosť je schopnosť používať vedecké poznatky a vedecké myšlienky ako aktívny občan. Prírodovedne gramotný človek je schopný a ochotný zapojiť sa do logických diskusií na tému veda a technika, čo si vyžaduje nasledujúce kompetencie:

- Vysvetliť javy vedeckým spôsobom
 - rozpoznať, ponúknuť a vyhodnotiť vysvetlenia širokej škály prírodných a technických javov.
- Navrhnuť a vyhodnotiť prírodovedný výskum

- opísať a zhodnotiť prírodovedný výskum a navrhnúť vedecký spôsob riešenia na položené otázky.
- Interpretovať získané údaje a dôkazy vedeckým spôsobom
 - analyzovať a vyhodnotiť údaje, tvrdenia a argumenty v rôznych formách a vyvodiť primerané vedecké závery.“ (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018).

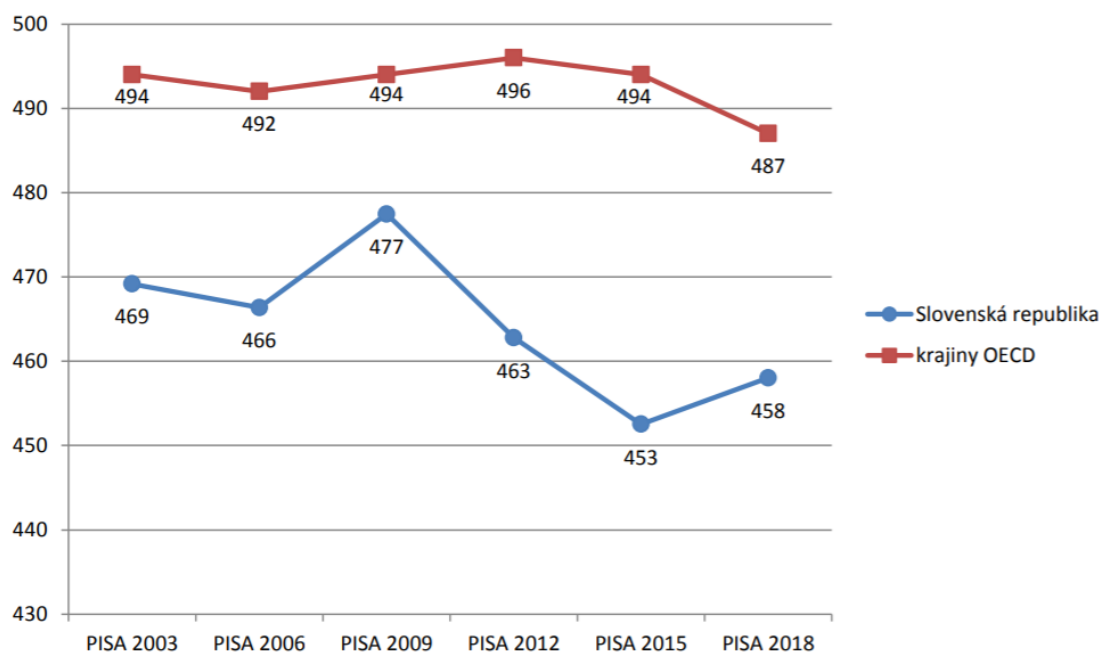
Za najdôležitejšie zistenia medzinárodnej štúdie PISA 2018, ktoré by mali byť zohľadnené v rámci vzdelávacej politiky Slovenska, boli stanovené:

- V porovnaní s predchádzajúcim cyklom PISA 2015 bolo zaznamenané štatisticky významné zlepšenie výkonu žiakov v matematickej gramotnosti. V čitateľskej a prírodovednej gramotnosti sa výsledky oproti predchádzajúcemu cyklu nezmenili. Matematická gramotnosť – PISA 2018: 486 bodov, PISA 2015: 475 bodov; zvýšenie o 11 bodov. Čitateľská a prírodovedná gramotnosť je na rovnakej úrovni, ako bola zistená v PISA 2015.
- V čitateľskej gramotnosti bol zaznamenaný štatisticky významný pokles výkonu žiakov v porovnaní s cyklom PISA 2009. Čitateľská gramotnosť – PISA 2018: 458 bodov, PISA 2009: 477 bodov; pokles o 19 bodov.
- V matematickej gramotnosti bolo zaznamenané dosiahnuté priemerné skóre žiakov porovnateľné s výkonom žiakov v cykle PISA 2012. Matematická gramotnosť – PISA 2018: 486 bodov, PISA 2012: 482 bodov. (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018).

Na základe výsledkov prezentovaných v Národnej správe PISA 2018 a vzhľadom na výsledky z predchádzajúcich rokov v porovnaní s výsledkami z krajín združených v OECD možno konštatovať, že vo všetkých doteraz realizovaných cykloch štúdie PISA je priemerný výkon Slovenska v čitateľskej gramotnosti výrazne pod priemerom OECD (obr. 1).

Čitateľská gramotnosť je oblasť, v ktorej sú dlhodobo najväčšie rozdiely medzi výkonom chlapcov a dievčat. Aj v cykle PISA 2018, dosiahli dievčatá štatisticky významne vyšší výkon ako chlapci – v priemere to bolo pre krajiny OECD o 30 bodov vyššie skóre. Na Slovensku dosiahli dievčatá o 34 bodov vyššie skóre ako chlapci. Vo všeobecnosti možno konštatovať, že výkon dievčat v tejto oblasti je na Slovensku, podobne ako aj v priemere krajín OECD vyšší ako výkon chlapcov (pozorované vo všetkých cykloch PISA štúdií). Ak však porovnáme výkon dievčat a chlapcov na Slovensku s cyklom PISA 2009, môžeme konštatovať, že výkon dievčat na Slovensku je nižší o 28 bodov a výkon chlapcov

na Slovensku je v porovnaní s uvedeným cyklom PISA nižší o 11 bodov, čo je v oboch prípadoch štatisticky významný rozdiel.



Obr. 1 Priemerné dosiahnuté skóre Slovenskej republiky a krajín OECD v čitateľskej gramotnosti v jednotlivých cykloch štúdie PISA (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018)

Za zmienku stojí konštatovanie v štúdiu: „Na rozdiel od minulosti informácie nemusíme s námahou vyhľadávať. Ak to zjednodušíme, skôr musíme vyhodnotiť, ktoré z tých informácií, ktoré po pár sekundách nájde „Google“, sú práve tie, ktoré potrebujeme a zároveň tie, ktorým môžeme dôverovať. Už nestačí len prečítať a porozumieť. Od čitateľa sa vyžaduje aplikácia nových kognitívnych stratégií čítania, ktoré vychádzajú z formy, povahy a účelu textu.“ (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018).

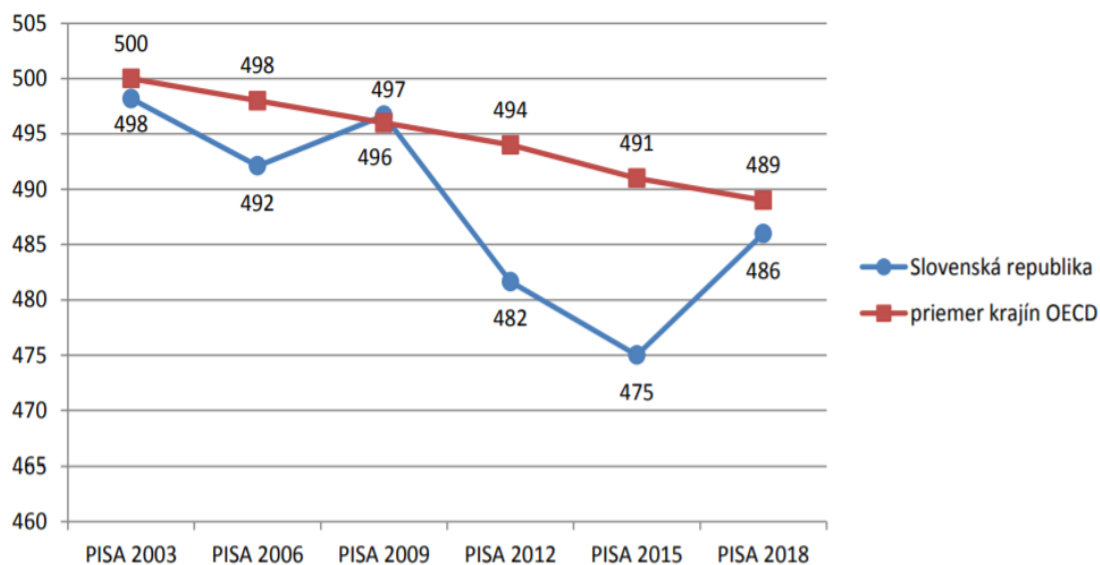
Vo výsledkoch štúdie PISA 2018 ďalej nájdeme, že až 15 % slovenských žiakov sa vyjadrilo, že číta výhradne iba vtedy, keď musí, 21,6 % žiakov nepovažuje čítanie za svoju obľúbenú činnosť, 23,2 % žiakov sa nerado rozpráva o knihách s inými ľuďmi, 9,9 % žiakov považuje čítanie za mrhanie času a 11 % žiakov číta iba preto, aby našlo informácie, ktoré potrebujú. V roku 2018 (v porovnaní s rokom 2009) významne stúpol percentuálny podiel žiakov, ktorí deklarovali, že časopisy a noviny nečítajú nikdy, alebo len párkrát za rok. Na základe odpovedí žiakov možno konštatovať, že slovenskí žiaci čítajú pretože chcú, najčastejšie noviny (12,7 % žiakov) a beletriu (11,5 % žiakov). Takmer vo všetkých typoch textov, s výnimkou časopisov, väčšina slovenských 15-ročných žiakov uviedla, že nečíta takýto materiál nikdy alebo takmer nikdy: kreslené príbehy (komiksy) – 52,6 % žiakov;

beletria – 34,7 % žiakov; literatúra faktu – 35,6 % žiakov; noviny – 28,5 % žiakov (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018).

V oblasti matematickej gramotnosti v cykle PISA 2018 sa priemerná hodnota výkonu v rámci krajín OECD znížila na 489 bodov, pričom slovenskí žiaci dosiahli výkon 486 bodov, čo je na úrovni priemeru krajín OECD. V matematickej gramotnosti slovenskí žiaci dosiahli v PISA 2018 výrazne vyššie skóre ako v predchádzajúcom cykle PISA 2015, a to až o 11 bodov, čo je štatisticky významný rozdiel.

V oblasti matematickej gramotnosti sa slovenskí žiaci svojím výkonom zaradili do priemeru krajín OECD v troch doteraz realizovaných cykloch (2003, 2009 a 2018). V cykle PISA 2006, 2012 a 2015 bol slovenský priemer výrazne pod priemerom krajín OECD.

Ako si možno na nasledujúcom obr. 2 všimnúť, priemerná hodnota matematickej gramotnosti krajín OECD v jednotlivých vyšetovaných cykloch ustavične klesá. Slovenská republika sa vo väčšine prípadov nachádza pod priemernou hodnotou krajín OECD, v niektorých prípadoch výrazne pod priemerom.



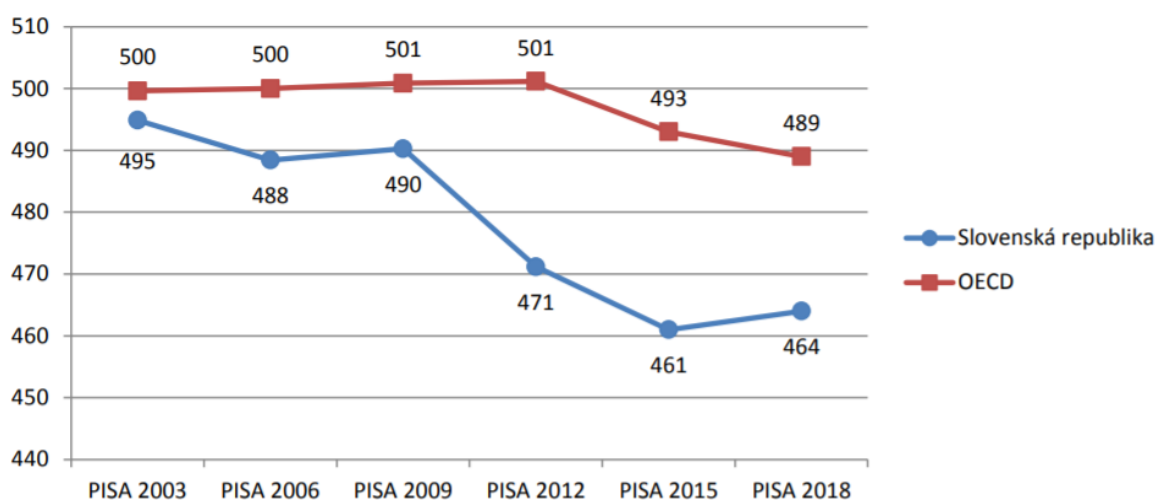
Obr. 2 Priemerné dosiahnuté skóre Slovenska a krajín OECD v matematickej gramotnosti v jednotlivých cykloch štúdie PISA (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018)

Zaujímavé je aj porovnanie priemerného dosiahnutého skóre v matematickej gramotnosti dievčat a chlapcov na Slovensku v porovnaní s priemerami OECD na obr. 3.

Matematická gramotnosť priemerné skóre		PISA 2003	rozdiel CH-D	PISA 2006	rozdiel CH-D	PISA 2009	rozdiel CH-D	PISA 2012	rozdiel CH-D	PISA 2015	rozdiel CH-D	PISA 2018	rozdiel CH-D
SR	D	489 (3,6)	↑ 18	485 (3,5)	↑ 14	495 (3,4)	○ 3	477 (4,1)	↑ 9	472 (3,6)	○ 6	484 (3,2)	○ 4
	CH	507 (3,9)		499 (3,7)		498 (3,7)		486 (4,1)		478 (3,0)		488 (3,2)	
OECD	D	494 (0,7)	↑ 11	492 (0,6)	↑ 11	490 (0,6)	↑ 11	489 (0,5)	↑ 10	487 (0,5)	↑ 8	487 (0,5)	↑ 5
	CH	505 (0,7)		503 (0,7)		501 (0,6)		499 (0,6)		495 (0,6)		492 (0,5)	

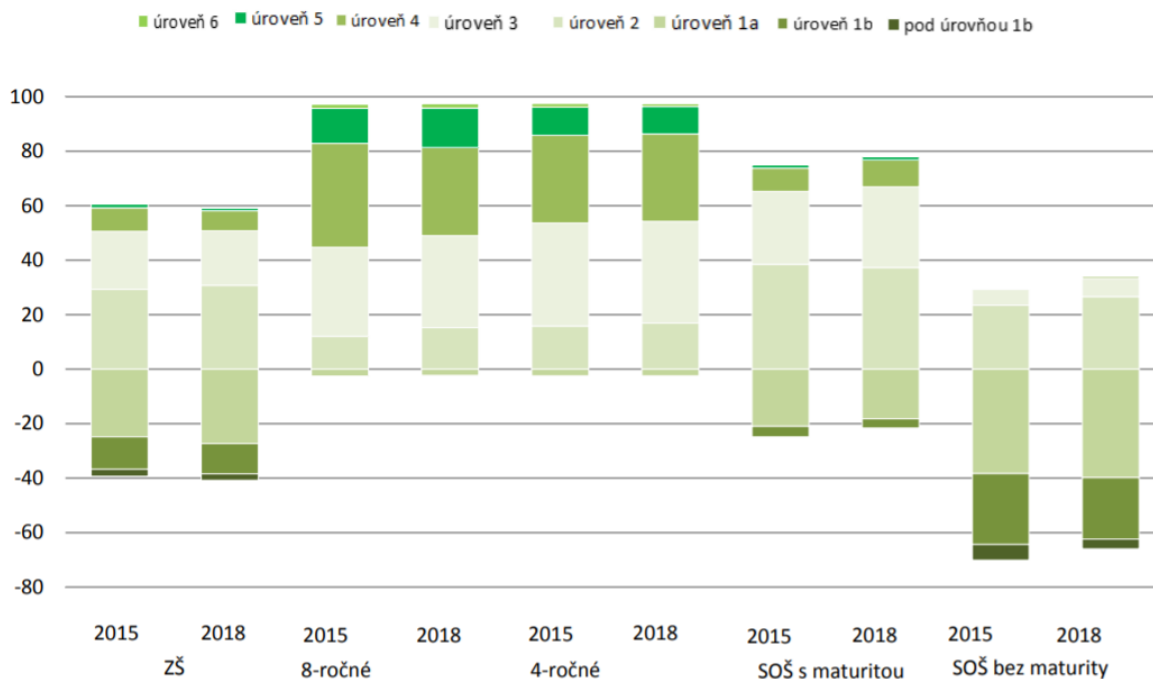
Obr. 3 Priemerné dosiahnuté skóre v matematickej gramotnosti chlapcov a dievčat v jednotlivých cykloch PISA – porovnanie SR a OECD (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018)

V skúmaní prírodovednej gramotnosti bola hodnota priemerného výkonu krajín OECD v cykle PISA 2006 nastavená na 500 bodov, pričom žiaci zo Slovenska dosiahli v prírodovednej gramotnosti v PISA 2006 výkon 488 bodov, čo bolo pod priemerom krajín OECD. V oblasti prírodovednej gramotnosti sa priemerná hodnota výkonu v rámci krajín OECD znížila v cykle PISA 2018 na 489 bodov, pričom slovenskí žiaci dosiahli hodnotu 464 bodov, čo je opäť pod priemerom krajín OECD. Vo všetkých doteraz realizovaných cykloch PISA (okrem PISA 2003, kedy Slovensko dosiahlo skóre na úrovni priemeru krajín OECD) bolo priemerné skóre Slovenskej republiky v prírodovednej gramotnosti pod priemerom krajín OECD (obr. 4).



Obr. 4 Priemerné dosiahnuté skóre Slovenska a krajín OECD v prírodovednej gramotnosti v jednotlivých cykloch štúdie PISA (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018)

Nasledujúci obr. 5 ponúka prehľad percentuálneho rozloženia žiakov do jednotlivých vedomostných úrovní prírodovednej gramotnosti a porovnanie výsledkov žiakov navštevujúcich základnú školu, gymnázium a strednú odbornú školu.



Obr. 5 Percentuálne rozdelenie žiakov do jednotlivých vedomostných úrovní prírodovednej gramotnosti (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018)

Pre lepšie pochopenie ponúkame aj definície jednotlivých vedomostných úrovní tak, ako sú definované v Národnej správe PISA (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018):

„5: Žiaci s úrovňou prírodovednej gramotnosti 5 dokážu použiť abstraktné vedecké myšlienky alebo pojmy na vysvetlenie neznámych a zložitejších javov, udalostí a procesov, ktoré zahŕňajú viac kauzálnych vzťahov. Žiaci na tejto úrovni dokážu aplikovať sofistikované epistemické znalosti, aby zhodnotili netradičné experimentálne dizajny a zdôvodnili svoj výber, použili teoretické vedomosti na interpretáciu informácií alebo vytvorenie predpokladov. Žiaci s úrovňou prírodovednej gramotnosti 5 dokážu zhodnotiť spôsoby vedeckého hľadania odpovedí na položené otázky, ako aj identifikovať obmedzenia v interpretácii dátových súborov vrátane ich zdrojov a efektu neistoty merania vo vedeckých dátach.

4: Žiaci s úrovňou prírodovednej gramotnosti 4 dokážu použiť komplexnejšie alebo abstraktnejšie obsahové znalosti, ktoré im poskytneme alebo si ich vybavia, aby vysvetlili zložitejšie alebo menej známe javy a procesy. Dokážu uskutočniť experimenty, ktoré obsahujú dve alebo viac nezávislých premenných, ak je zjednodušený jeho rámec. Sú schopní odôvodniť si zvolený experimentálny dizajn vychádzajúc pri tom z prvkov procedurálnych a epistemických znalostí. Žiaci s úrovňou prírodovednej gramotnosti 4 dokážu interpretovať dáta z primerane zložitého dátového súboru alebo v menej známych súvislostiach, vyvodiť vhodné závery, ktoré sú nad rámec samotných dát a zdôvodniť svoju voľbu.

3: Žiaci s úrovňou prírodovednej gramotnosti 3 dokážu použiť stredne náročné obsahové znalosti, aby identifikovali alebo skoncipovali vysvetlenia známych javov. V menej známych alebo zložitejších situáciách dokážu skoncipovať vysvetlenie s primeranou pomocou alebo návodom. Žiaci dokážu stavať na prvkoch procedurálnych alebo epistemických znalostí, aby uskutočnili jednoduchý experiment v zjednodušenom rámci. Žiaci s úrovňou prírodovednej gramotnosti 3 dokážu rozlíšiť vedecké a nevedecké otázky a identifikovať dôkaz podporujúci vedecké tvrdenie.

2: Žiaci s úrovňou prírodovednej gramotnosti 2 sú schopní použiť bežné obsahové poznatky a základné procedurálne znalosti na identifikáciu primeraných vedeckých vysvetlení, interpretáciu dát a identifikáciu otázky určenej v jednoduchom experimente. Vedia použiť základné alebo každodenné prírodovedné znalosti na identifikáciu platných záverov z jednoduchého súboru dát. Žiaci s úrovňou prírodovednej gramotnosti 2 prejavujú základné epistemické znalosti tým, že sú schopní identifikovať otázky, ktoré môžu byť predmetom vedeckého skúmania.

1a: Žiaci s úrovňou prírodovednej gramotnosti 1a sú schopní použiť základné alebo bežné obsahové znalosti a procedurálne znalosti, aby rozpoznali alebo identifikovali vysvetlenia jednoduchého prírodovedného javu. S pomocou zvládnu uskutočniť štruktúrovaný vedecký výskum, nanajvýš s dvomi premennými. Sú schopní identifikovať jednoduché kauzálne alebo korelačné vzťahy a interpretovať grafické a vizuálne dáta s nižšou kognitívnou náročnosťou. Žiaci s úrovňou prírodovednej gramotnosti 1a dokážu vybrať najlepšie vedecké vysvetlenie daných údajov, s ktorými sa už stretli osobne alebo sú lokálne či globálne známe.

1b: Žiaci s úrovňou prírodovednej gramotnosti 1b dokážu použiť základné alebo každodenné vedecké poznatky na rozlíšenie aspektov známeho alebo jednoduchého javu. Dokážu identifikovať jednoduché schémy v dátach, rozlišujú základné prírodovedné pojmy a dokážu sa riadiť presnými inštrukciami pri realizácii jednoduchého vedeckého pokusu.

Top skupina prírodovednej gramotnosti (úroveň 6):

Žiak dokáže používať širokú škálu vedeckých konceptov z vied o živej a neživej prírode, použiť obsahové, procedurálne (postupy vedeckej práce) a epistemické znalosti (porozumenie vedeckým postupom), rozlíšiť, ktoré informácie sú pre vyriešenie problému dôležité, použiť znalosti, ktoré sú nad rámec oficiálneho kurikula, rozlíšiť teórie založené na vedeckom dôkaze a tie založené na iných úvahách, vysvetliť preňho neznáme a zložité javy, udalosti a procesy, ktoré zahŕňajú viac kauzálnych vzťahov, identifikovať obmedzenia v interpretácii súborov s údajmi...

Riziková skupina prírodovednej gramotnosti (pod úrovňou 1b):

Žiak dokáže maximálne použiť základné alebo bežné obsahové znalosti a procedurálne znalosti, aby rozpoznať alebo identifikoval jednoduchý prírodný jav, s pomocou dokáže realizovať štruktúrovaný vedecký výskum, najviac však s dvoma premennými, identifikovať jednoduché kauzálne vzťahy, interpretovať dáta s nižšou kognitívnou náročnosťou vyjadrené graficky, nájsť vysvetlenia údajov, s ktorými sa už stretol, rozlíšiť základné prírodovedné pojmy, riadiť sa presnými inštrukciami pri realizácii jednoduchého experimentu...“

(doslovne citované z: NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018).

Ak sa pozrieme na porovnanie výsledkov vo výkone dievčat a chlapcov, zistíme taktiež štatisticky významné rozdiely. V porovnaní s rokom 2006 sú dosiahnuté výsledky v cykle 2018 vo výkone dievčat aj chlapcov výrazne nižšie. Výkon chlapcov je oproti ich výkonu v PISA 2006 nižší o 30 bodov a výkon dievčat je nižší o 18 bodov.

Prírodovedná gramotnosť priemerné skóre		PISA 2006	rozdiel CH-D	PISA 2009	rozdiel CH-D	PISA 2012	rozdiel CH-D	PISA 2015	rozdiel CH-D	PISA 2018	rozdiel CH-D
SR	dievčatá	485 (3,0)	○ 6	491 (3,2)	○ -1	467 (4,2)	○ 7	461 (3,3)	○ -1	467 (3,0)	○ -6
	chlapci	491 (3,9)		490 (4,0)		475 (4,3)		460 (3,0)		461 (2,8)	
OECD	dievčatá	497 (0,6)	↑ 2	501 (0,6)	○ 0	500 (0,5)	↑ 1	489 (0,5)	↑ 4	490 (0,5)	↑ -2
	chlapci	499 (0,6)		501 (0,6)		502 (0,6)		493 (0,6)		488 (0,5)	

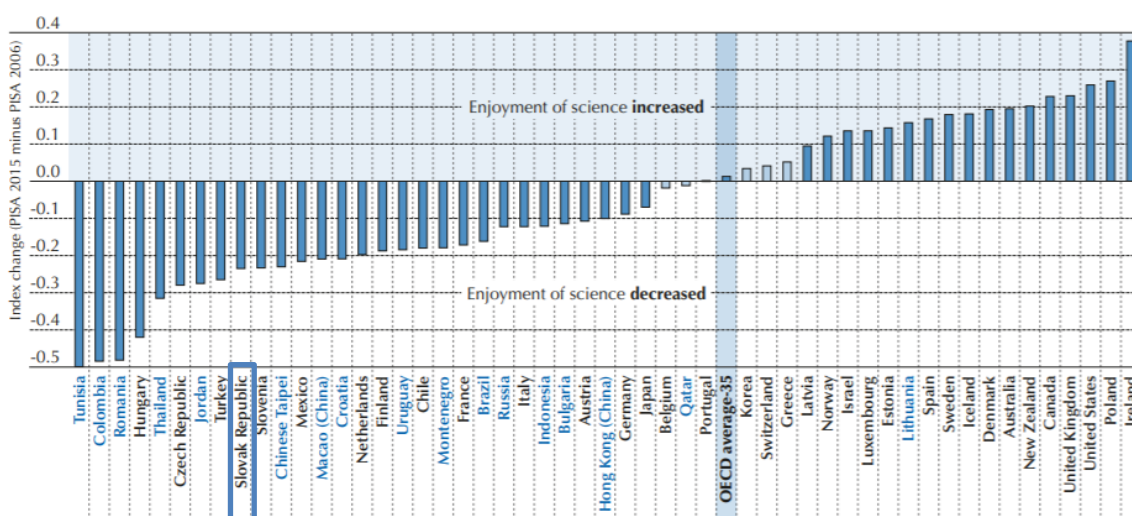
Obr. 6 Priemerné dosiahnuté skóre v prírodovednej gramotnosti dievčat a chlapcov v jednotlivých cykloch štúdie PISA (porovnanie Slovenska a priemeru krajín OECD) (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018)

V záverečnom hodnotení výsledkov štúdie PISA 2018 je možné isté fakty vnímať pozitívne – v oblasti matematickej gramotnosti je výkon slovenských 15-ročných žiakov na úrovni priemeru žiakov z krajín OECD, nedošlo k významnému zvýšeniu percentuálneho podielu žiakov v rizikovej skupine v porovnaní s predchádzajúcim cyklom realizovaným v roku 2015, a ani na opačnej strane – v top skupine – nedošlo k významnému poklesu v porovnaní s rokom 2015.

Avšak na druhej strane, približne tretina (32,1 %) 15-ročných slovenských žiakov nedosahuje v čitateľskej gramotnosti ani základnú úroveň identifikovaných zručností. Sú to žiaci, ktorí nemajú osvojené zručnosti nevyhnutné pre ďalšie vzdelávanie. 30,7 % slovenských žiakov nezvládlo vyriešiť úlohy ani na základnej úrovni z prírodovednej gramotnosti, podobne je na tom aj 27,7 % žiakov v matematickej gramotnosti. Z výsledkov

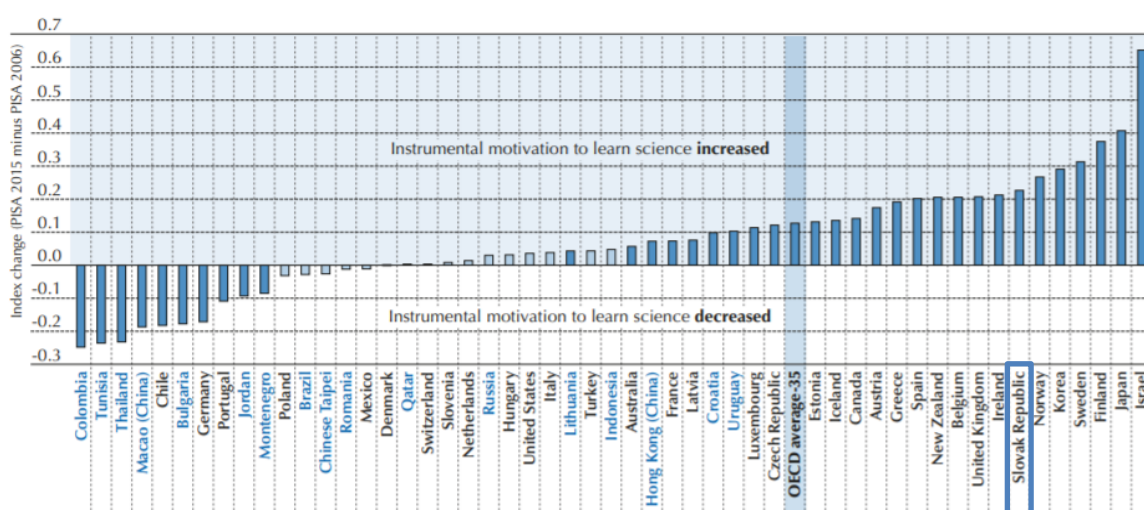
dotazníkového prieskumu vyplynulo, že až 40 % slovenských žiakov nikdy alebo takmer nikdy nečíta pre potešenie, a viac ako 30 % 15-ročných žiakov nikdy alebo takmer nikdy nečíta beletriu alebo literatúru faktu (NÁRODNÁ SPRÁVA PISA, 2018).

Okrem testovania výkonnostnej úrovne žiakov sa štúdia PISA sústreďuje aj na postoje žiakov k prírodovednému a matematickému vzdelávaniu. Ak sa pozrieme na nasledujúci graf (obr. 7), v ktorom sa skúmala radosť žiakov z prírodovedného vzdelávania, môžeme si všimnúť, že pre slovenských žiakov nastal v porovnaní rokov 2006 a 2015 pokles o viac ako 0,2 jednotiek (Slovenská republika je pod priemerom krajín OECD spolu aj s ČR).



Obr. 7 Porovnanie rokov 2006 a 2015 v radošti žiakov z prírodovedného vzdelávania (PISA 2015)

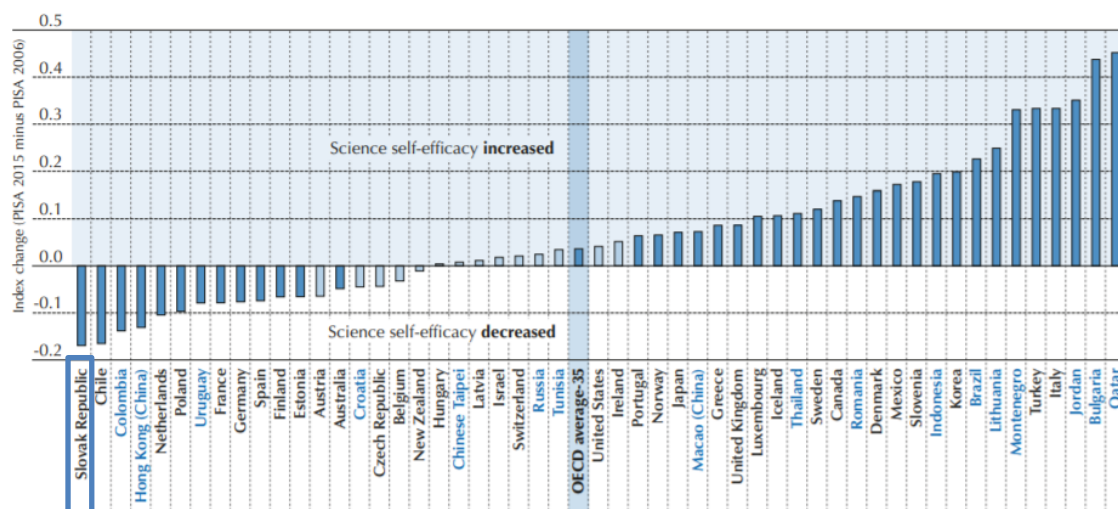
Nasledujúci obr. 8 znázorňuje vývoj motivácie žiakov k štúdiu prírodných vied (porovnanie 2006 a 2015).



Obr. 8 Porovnanie rokov 2006 a 2015 v motivácii žiakov učiť sa prírodovedu (PISA 2015)

Štatistika, v ktorej Slovenská republika obstála najhoršie spomedzi sledovaných krajín, je vnímanie vlastných schopností žiakov v prírodovedných predmetoch (sebadôvera)

(obr. 9) – najväčší zaznamenaný pokles v porovnaní rokov 2006 a 2015. Očakávania našich žiakov, že budú v budúcnosti pracovať v oblasti súvisiacej s prírodovednými alebo technickými disciplínami, sú najnižšie spomedzi testovaných krajín.



Obr. 9 Porovnanie rokov 2006 a 2015 vo vnímaní vlastných schopností žiakov pri riešení prírodovedných problémov (PISA 2015)

Využitím prezentovaných výsledkov zo štúdií PISA 2018 a PISA 2015 možno konštatovať, že v budúcnosti nemôžeme očakávať prílev študentov lepšie pripravených na vysokoškolské štúdium ako tomu bolo doteraz, práve naopak. Klesajúca tendencia v matematickej a taktiež aj v prírodovednej gramotnosti v porovnaní s priemerom krajín OECD nasvedčuje neustály klesajúci trend. U žiakov absentuje vnútorná motivácia a sebadôvera zvládnuť a ďalej študovať predmety prírodovedného a technického zamerania.

Prezentované štatistiky len potvrdzujú, že vysoké školy technického zamerania sa musia v budúcnosti pripraviť na prílev študentov s nižšou úrovňou manuálnych zručností a intelektuálnych spôsobilostí a už na samotných vysokých školách pripraviť úvodné kurzy z matematiky a fyziky, ktoré pomôžu potenciálnym záujemcom o štúdium dohnať chýbajúce vedomosti, a tak sa pripraviť na štúdium vysokoškolskej matematiky a fyziky.

1.2 Vzdelávanie v oblasti fyziky vo svete

V 80-tych rokoch minulého storočia došlo k zásadnej zmene v názoroch na spôsob vyučovania fyziky na stredných a vysokých školách v USA. David Hestenes a Ibrahim Halloun z USA publikovali výsledky didaktického výskumu študentov stredných a vysokých škôl v USA v súvislosti s miskoncepciami v oblasti Newtonovej dynamiky (HALLOUN, HESTENES, 1985). Výsledky ich výskumu viedli k vytvoreniu testu Force Concept Inventory (FCI) (HESTENES et al., 1992). Test pozostáva z 30 otázok z Newtonovej mechaniky.

Jednotlivé jeho otázky sú zamerané na bežné životné situácie. Cieľom výskumu bolo zistiť, do akej miery študenti stredných a vysokých škôl rozumejú základným pojmom z Newtonovej mechaniky a či ich aj dokážu aplikovať v jednoduchých situáciách. V teste s výberom odpovedí okrem správnej odpovede sa nachádzajú aj najčastejšie nesprávne odpovede študentov, tzv. miskoncepcie. FCI test má vysokú validitu aj reliabilitu. Na základe výsledkov daného testu dokáže učiteľ určiť, či má študent správne vybudované fyzikálne myslenie a či dokáže rozumieť súvislostiam, ktoré nadväzujú na základné poznatky z mechaniky.

Okrem mechaniky boli počas ďalších rokov vytvorené konceptuálne testy aj v ostatných oblastiach fyziky. Používaním testov FCI a ďalších konceptuálnych testov bolo potvrdené, že tradičnou výučbou nedochádza k odstraňovaniu miskoncepcií u žiakov, ktoré nadobudli na nižších stupňoch vzdelávania na základnej a strednej škole. Ďalšie konceptuálne a postojoyé testy vo fyzikálnom vzdelávaní boli publikované v (HANČ a kol., 2008).

FCI test je k dispozícii vo viacerých jazykových verziách na adrese: (<http://modeling.asu.edu/R&E/Research.html>)¹.

V roku 1998 vykonal R. Hake a jeho pracovná skupina rozsiahly výskum efektívnosti vyučovacích metód. Boli porovnávané výsledky dosiahnuté pomocou tradičných a interaktívnych metód vyučovania. Prieskumu sa zúčastnilo 6542 študentov stredných škôl, vysokých škôl a univerzít v USA (HAKE, 1998). Na vyhodnotenie efektívnosti jednotlivých metód bol použitý test FCI a parameter „normalizovaný zisk g_N “. Výsledky výskumu preukázali, že pri využití interaktívnych metód dosahovali študenti a žiaci výrazne lepšie výsledky ako v prípade klasických metód. Taktiež bolo preukázané, že výsledky nezávisia od kvality učiteľa, od druhu školy, od vstupných vedomostí študentov na začiatku výskumu, od matematickej erudície študentov.

V štúdiu Hakea (HAKE, 1998) sa zisky nižšie ako 0,30 považovali za nízke zisky, zisky medzi 0,30 a 0,60 sa považovali za stredné zisky a zisky nad 0,60 sa považovali za vysoké zisky. V tejto štúdiu bol priemerný zisk z tradične vyučovaných kurzov 0,23 a priemerný zisk z interaktívne vyučovaných kurzov bol 0,48. Zisky v skupinách študentov využívajúcich tradičné vyučovacie metódy boli pod 0,30.

Výsledky R. Hakea sa stali základom pre vznik nových prístupov a metód používaných vo vyučovaní fyziky najmä na vysokých školách. Najznámejšie z nich sú PI (Peer Instruction), ILD (Interactive Lecture Demonstrations), metóda JiTT (Just in Time

¹ Naše poďakovanie patrí Davidovi Kochovi z Arizona State University za poskytnutie FCI testu.

Teaching) (CROUCH, MAZUR, 2001; MAZUR, 1997). Dané metódy vychádzali predovšetkým z interaktivity medzi prednášajúcim a študentmi, pričom študenti boli aktívne zapájaní do jednotlivých fáz vyučovacieho procesu a aktívne sa podieľali na riešení prednášajúcim nastolených problémov.



Obr. 10 Prof. Erik Mazur (vpravo) – autor metódy Peer Instruction (počas konferencie EDULearn 2018)

Autorom metódy Peer Instruction (MAZUR, 1997) je prof. E. Mazur z Harvard University (USA) (obr. 10). Metóda je založená na troch základných prvkoch – a to zahrievacie otázky pred prednáškou, moduly v dĺžke 5-10 minút a nakoniec konceptuálne otázky pre každý modul. V roku 2001 C.H. Crouch a E. Mazur publikovali výsledky 10-ročného výskumu používania metódy Peer Instruction (CROUCH, MAZUR, 2001), kde poukázali na to, že došlo k výraznému zlepšeniu výsledkov študentov v konceptuálnom porozumení, rovnako aj v riešení kvantitatívnych problémových úloh. V rámci danej metódy je najefektívnejšou časťou vzájomná diskusia medzi študentmi (odtiaľ názov Peer Instruction), počas ktorej sa študenti navzájom presvedčajú o správnosti, resp. nesprávnosti možných odpovedí. Ukázalo sa, že z metódy Peer Instruction najviac profitujú práve študenti s veľmi dobrými vstupnými vedomosťami a taktiež, že študenti s veľmi nízkymi vstupnými

vedomosťami dosahujú pri metóde Peer Instructions rovnaké vedomosti ako študenti s veľmi dobrými vstupnými vedomosťami pri klasickej metóde (LARSY, et al., 2008).

Ďalšou interaktívnou metódou sa stalo používanie videoexperimentov a využívanie videoanalýzy vo výučbe. R. J. Beichner z North Carolina State University NC vo svojom výskume (BEICHNER, 1996) ukázal na vzorke 368 študentov stredných a vysokých škôl, že nahradením niekoľkých tradičných laboratórnych úloh videoanalýzami dosahovali študenti výrazne lepšie výsledky v oblasti interpretácie grafov a grafických úloh.

Brown a Cox sa zaoberali videoanalýzami s použitím programu Tracker (BROWN, COX, 2009). Ďalší autori využívali PhET interaktívne simulácie vo vyučovaní fyziky (PERKINS et al., 2006). Vo všetkých spomínaných prípadoch s využitím videoexperimentov, videoanalýz a PhET simulácií bol preukázaný ich pozitívny vplyv na rozvoj konceptuálneho porozumenia a vedomostí študentov.

Výsledkom pedagogického výskumu Beicherovej skupiny (GAFFNEY, et al., 2008) je model výučby s dizajnom interaktívneho vzdelávacieho prostredia, nazývaného SCALE-UP (Student-Centered Activities for Large Enrolment for Undergraduate). Tento model bol úspešne použitý pri implementácii interaktívnych metód na rôznych úrovniach škôl, v technických predmetoch, v prírodovedných, ale dokonca aj v humanitných kurzoch, akým sú jazyky a literatúra. Základnou myšlienkou SCALE-UP prostredia je zabezpečenie plnej interakcie medzi žiakmi, žiakmi a učiteľom a žiakmi a didaktickými prostriedkami.



Obr. 11 Príklad usporiadania výučbovej miestnosti pre výučbu fyziky na The George Washington University

Dosahuje sa to jednak inovatívnym dizajnom samotného prostredia, kde žiaci vytvárajú skupiny dané stolom a podskupiny – po troch. SCALE-UP prostredie tak umožňuje žiakom vykonávať spolu experimentálne a myšlienkové aktivity. Učiteľ je poradcom, pričom žiaden študent nie je v pasívnej alebo anonymnej roli (obr. 11, obr. 12).



Obr. 12 Pracovný stôl, na ktorom pracujú 3 skupiny po 3 študentoch - The George Washington University

V 90. rokoch 20. storočia vznikla a začala sa používať v USA skratka STEM (Science, Technology, Engineering and Math) education. Dané prepojenie má svoj zmysel kvôli prirodzenej príbuznosti, dôležitosti a prepojenosti daných odborov. Dôležitosť STEM vzdelávania pre spoločnosť náležite vystihuje úryvok zo správy amerického National Research Council, 2011: „Primárnym hýbateľom budúcej ekonomiky a nadväzujúcou tvorbou pracovných miest budú inovácie, ktoré vo väčšine pochádzajú z pokrokov prírodných vied a techniky.“ Výdobytky STEM, najmä vo forme technológií a s tým súvisiacej gramotnosti, sa dnes stávajú dôležitým aspektom pracovného i bežného života.

Interaktívne metódy vo vzdelávaní majú dnes svoje nezastupiteľné miesto. Pomáhajú žiakom rozvíjať ich kritické a kreatívne myslenie. Našou úlohou, ako učiteľov vysokoškolských kurzov fyziky, je pripraviť poslucháčov pre budúce štúdium STEM predmetov. Účinným nástrojom pri výučbe a kontrole vedomostí a pochopenia sa stávajú konceptuálne testy, ktoré nám pomáhajú odhaľovať nesprávne predstavy študentov a využitím interaktívnych metód vo výučbe dokážeme následne odstraňovať vzniknuté chybné predstavy – miskoncepce.

2 Analýza vedomostí študentov na UNIZA

V posledných rokoch narastá dopyt po kvalifikovaných STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) odborníkoch. Ukazuje sa, že je potrebné vychovávať inžinierov, ktorí budú mať vedomosti nielen z matematiky, fyziky a odborných predmetov, ale budú schopní daným poznatkom aj rozumieť a vedieť ich aplikovať v praxi. Preto je dôležité skúmať, do akej miery študenti rozumejú tomu, čo sa učia, aké je ich pochopenie základných princípov a do akej miery dokážu využiť nadobudnuté poznatky v aplikáciách.

2.1 Analýza vedomostí študentov na Stavebnej fakulte UNIZA

V akademických rokoch 2013 – 2015 sa náš výskum sústredil na študentov Stavebnej fakulty Žilinskej univerzity (UNIZA). Výsledky výskumu na vzorke študentov z trojročného cyklu testovania študentov absolvujúcich predmet Fyzika na Stavebnej fakulte Žilinskej univerzity sú analyzované nižšie. Študenti boli testovaní v rokoch 2013 - 2015 a absolvovali nami vytvorený test na začiatku a konci letného semestra (LS). Na začiatku LS 2013, 2014, 2015 absolvovalo test 123, 121 a 102 študentov. Na konci LS 2013, 2014, 2015 test absolvovalo 109, 108 a 88 študentov (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2014; HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, PAŽICKÁ, 2015). Obsahom testu boli otázky, na ktoré by študenti gymnázií (maturanti) a tiež aj študenti uchádzajúci sa o štúdium na vysokej škole mali vedieť odpovedať (test sme pripravili na základe otázok starších ročníkov Monitoru).

Daný test bol predložený študentom na vypracovanie na začiatku semestra a tiež aj na konci semestra. Študenti prvého ročníka Stavebnej fakulty Žilinskej univerzity v Žiline mali možnosť v priebehu letného semestra zúčastňovať sa prednášok z fyziky, na ktorých boli preberané témy z mechaniky (kinematika, dynamika, tuhé teleso, kvapaliny, kmity), gravitačného poľa, termiky a termodynamiky, pričom neboli explicitne preberané odpovede na testové otázky. Zároveň študenti navštevovali aj laboratórne a výpočtové cvičenia, pričom na výpočtových cvičeniach boli rozdelení do dvoch skupín – kontrolnej (riešila príklady štandardným spôsobom) a experimentálnej (príklady riešila prostredníctvom videoanalýz).

Študenti absolvovali daný test s využitím počítača, pričom každý študent absolvoval rovnaký počet otázok, avšak poradie otázok ako aj poradie vo výbere z odpovedí bolo náhodne generované, aby sme zabránili odosielaniu si „správnych“ odpovedí. Následne boli výsledky testov uložené v databáze, odkiaľ boli po ukončení testovania pripravené na ďalšie spracovanie. Prednášajúci sa hneď ďalší týždeň mohli oboznámiť s výsledkami pre-testov,

hlavne chybnými odpoveďami a následne prispôbiť prednášku tak, aby dokázali reagovať na miskoncepcie.

Na štatistické vyhodnotenie získaných dát bol použitý párový *Studentov t-test*, t. j. brali sme do úvahy len tých študentov, ktorí sa zúčastnili testovania aj na začiatku aj na konci semestra (roky 2013, 2014). Po spárovaní pre- a post-testov nám ostalo k dispozícii 155 vzoriek študentov. Už dané číslo nasvedčuje tomu, že v priebehu semestra dochádza k veľkým fluktuáciám študentov, veď vzhľadom na počiatočný stav je to len 64 % z pôvodného počtu študentov. Z toho sa dá usudzovať, že mnohí z tých, ktorí začali, nemajú seriózny záujem o úspešné ukončenie daného štúdia. Na druhej strane sa však niektorí študenti opakujúci ročník „spamätajú“ až po 1/3 semestra.

Hlavnou otázkou bolo, či študenti na konci semestra dosiahli nárast vedomostí a či daný nárast je štatisticky významný. Bola stanovená počiatočná hypotéza:

H_0 : priemerná úspešnosť na začiatku a na konci je rovnaká: $H_0: \mu_1 = \mu_2$ (pri ďalších hypotézach experimentálnej a kontrolnej skupiny)

verzus $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$,

pričom rozdiel stredných hodnôt $\mu_1 - \mu_2$ dvoch normálnych rozdelení $N(\mu_1, \sigma_1^2)$ a $N(\mu_2, \sigma_2^2)$ pre dve vyšetované skupiny považujeme za rovnaký, blízky 0. Na overenie vyslovených hypotéz bol použitý *test rozdielu aritmetických priemerov (dvojvýberový párový t-test* na strednú hodnotu pre jednotlivé skupiny a *dvojvýberový t-test* na porovnanie kontrolnej a experimentálnej skupiny), pričom sme testovali na hladine významnosti $\alpha = 5 \%$ a predpokladali sme, že rozdiel stredných hodnôt $\mu_1 - \mu_2$ dvoch normálnych rozdelení $N(\mu_1, \sigma_1^2)$ a $N(\mu_2, \sigma_2^2)$ padne do $100 \cdot (1 - \alpha) \%$ obojstranného intervalu spoľahlivosti. Na začiatku testovania bola zisťovaná zhoda medzi testovaným výberom a teoretickým rozdelením s predpokladom normálneho (Gauss) rozdelenia využitím jednovýberového neparametrického Kolmogorov - Smirnovho (K-S) testu, ktorá potvrdila normálnosť vyšetovaných rozdelení (vypočítané parametre boli nižšie ako kritické hodnoty pre K-S test normality na hladine významnosti $\alpha = 5 \%$, ktoré boli určené pre vyšetované rozdelenia využitím programu Statistica ($D < D_{max, \alpha}$)).

Ako ukazuje tab. 1 (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2014), na konci semestra v post-teste bola priemerná úspešnosť študentov približne 33 %, pričom v pre-teste realizovanom na začiatku semestra bola 23 %.

Tab. 1 Párový test (všetci študenti)

t-Test: Paired Two Sample for Means		
	Post-test	Pre-test
Mean	33,03	22,81
Variance	235,23	100,68
Observations	155	155
Pearson Correlation	0,33	
df	154	
t Stat	8,31	
P(T≤t) one-tail	2,36E-14	
t Critical one-tail	1,65	
P(T≤t) two-tail	4,72E-14	
t Critical two-tail	1,98	

Keďže vypočítaný parameter $|t| > t_{critical(two-tail)}$ pre obojstranný interval spoľahlivosti, hypotéza $H_0: \mu_1 = \mu_2$ bola zamietnutá a bola teda potvrdená hypotéza $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$. Na základe toho sme zvolili novú hypotézu: $H_0: \mu_1 > \mu_2$ (pre $100 \cdot (1-\alpha)$ % pravostranný interval spoľahlivosti pre rozdiel $\mu_1 - \mu_2$). Keďže $t \in \langle t_{critical(one-tail)}, \infty \rangle$, hypotéza $H_0: \mu_1 > \mu_2$ bola potvrdená. **Štatistické testovanie využitím párového Studentovho t-testu potvrdilo štatisticky významný rozdiel vo vedomostiach študentov na konci a začiatku semestra.**

V ďalšej časti testovania sme sa zamerali na jednotlivé skupiny - experimentálnu a kontrolnú a sledovali nárast vedomostí v samostatných skupinách (tab. 2) (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2014). Aj v prípade samotných skupín bol potvrdený štatisticky významný rozdiel vo vedomostiach na konci a začiatku semestra.

Tab. 2 Párový test (experimentálna skupina, kontrolná skupina)

t-Test: Paired Two Sample for Means			t-Test: Paired Two Sample for Means		
Experimental group	Post-test	Pre-test	Control group	Post-test	Pre-test
Mean	38,29	23,68	Mean	31,32	22,52
Variance	267,94	111,74	Variance	214,82	97,68
Observations	38	38	Observations	117	117
Pearson Correlation	0,21		Pearson Correlation	0,37	
df	37		df	116	
t Stat	5,12		t Stat	6,65	
P(T≤t) one-tail	4,79E-06		P(T≤t) one-tail	5,03E-10	
t Critical one-tail	1,69		t Critical one-tail	1,66	
P(T≤t) two-tail	9,58E-06		P(T≤t) two-tail	1,01E-09	
t Critical two-tail	2,03		t Critical two-tail	1,98	

Správnosť rozhodnutia o prijatí alternatívnej hypotézy o nerovnosti stredných hodnôt nám potvrdzuje i P-hodnota ($P(T \leq t)$), ktorá je výrazne menšia ako zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$ ($P < 0,001$).

Ďalej sa naša pozornosť sústredila na to, či je štatisticky významný rozdiel medzi vedomosťami pri experimentálnej a kontrolnej skupine na začiatku a konci semestra. Skôr, ako bolo možné začať testovanie hypotézy $H_0: \mu_1 = \mu_2$, bolo potrebné použiť *F-test* (*Fisher-Snedecor test*) rovnosti rozptylov dvoch normálnych populácií ($H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ verzus $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$). Po stanovení rovnosti (prípadne nerovnosti) rozptylov bol na testovanie hypotézy $H_0: \mu_1 = \mu_2$ použitý dvojjvýberový *Studentov t-test* pre nerovnaké veľkosti skupín s rovnakými (prípadne rôznymi) rozptylmi. Keďže vypočítaný parameter *F* spĺňa podmienku: $F_{critical_{1-\alpha/2}} < F < F_{critical_{\alpha/2}}$ (obojsmerný interval *F* leží v rozmedzí (0,567 – 1,638)), predpokladaná hypotéza rovnosti rozptylov pre experimentálnu a kontrolnú skupinu na začiatku semestra $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ bola potvrdená (tab. 3), (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2014).

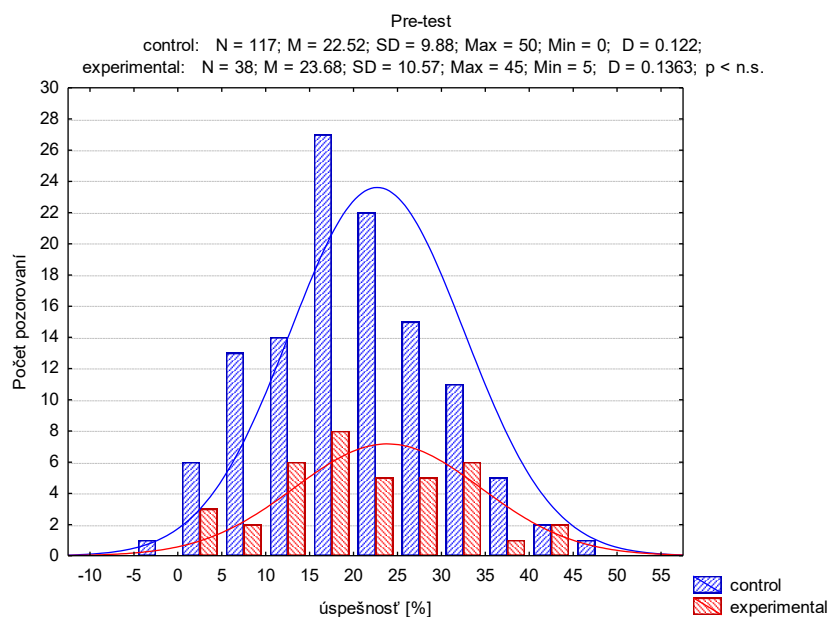
Tab. 3 *F-test* (pre-test)

F-Test Two-Sample for Variances		
Pre-test	<i>Experimental</i>	<i>Control</i>
Mean	23,68	22,52
Variance	111,74	97,68
Observations	38	117
df	37	116
F	1,143	
P(F≤f) one-tail	0,290	
F Critical one-tail	1,513	

Následne bol na testovanie hypotézy $H_0: \mu_1 = \mu_2$ použitý dvojjvýberový *Studentov t-test* pre nerovnaké veľkosti skupín s rovnakými rozptylmi, ktorý potvrdil hypotézu o rovnosti vstupnej vedomostnej úrovni experimentálnej aj kontrolnej skupiny na začiatku semestra ($|t| < t_{critical(two-tail)}$ (tab. 4, obr. 13)) (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2014).

Tab. 4 *T-test* s predpokladom rovnosti rozptylov vyšetovaných skupín (pre-test)

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
Pre-test	<i>Experimental</i>	<i>Control</i>
Mean	23,68	22,52
Variance	111,74	97,68
Observations	38	117
Pooled Variance	101,08	
df	153	
t Stat	0,619	
P(T≤t) one-tail	0,268	
t Critical one-tail	1,654	
P(T≤t) two-tail	0,537	
t Critical two-tail	1,976	



Obr. 13 Pre-test kontrolná a experimentálna skupina

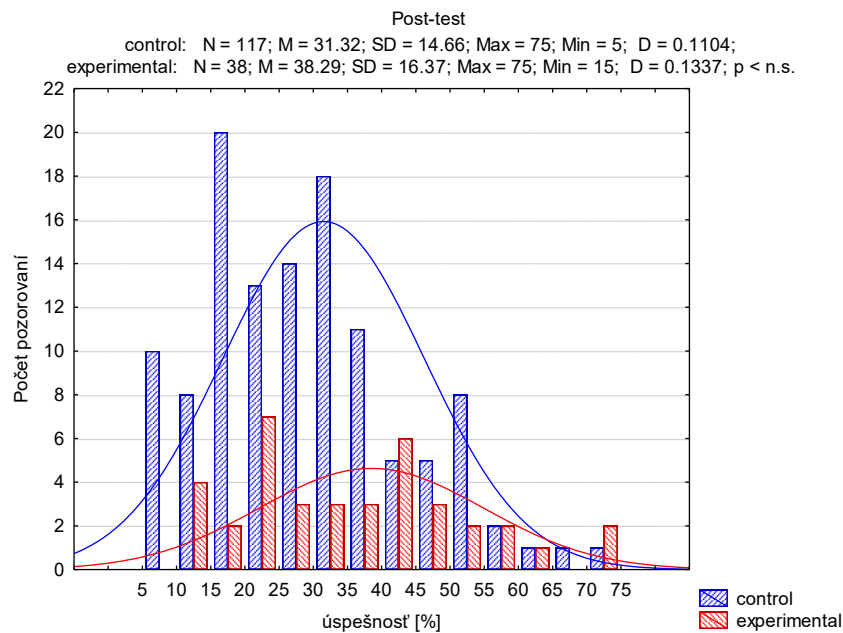
Obdobná analýza ako v predchádzajúcom prípade bola urobená aj na konci semestra. *F*-test potvrdil rovnosť rozptylov dvoch normálnych populácií na konci semestra ($H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (tab. 5)) (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2014).

Tab. 5 *F*-test (post-test)

F-Test Two-Sample for Variances		
<i>Post-test</i>	<i>Experimental</i>	<i>Control</i>
Mean	38,29	31,32
Variance	267,94	214,82
Observations	38	117
df	37	116
F	1,247	
P(F≤f) one-tail	0,188	
F Critical one-tail	1,513	

Tab. 6 *T*-test s predpokladom rovnosti rozptylov vyšetovaných skupín

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
<i>Post-test</i>	<i>Experimental</i>	<i>Control</i>
Mean	38,29	31,32
Variance	267,94	214,82
Observations	38	117
Pooled Variance	227,67	
df	153	
t Stat	2,472	
P(T≤t) one-tail	0,00726	
t Critical one-tail	1,655	
P(T≤t) two-tail	0,0145	
t Critical two-tail	1,976	



Obr. 14 Post-test kontrolná a experimentálna skupina

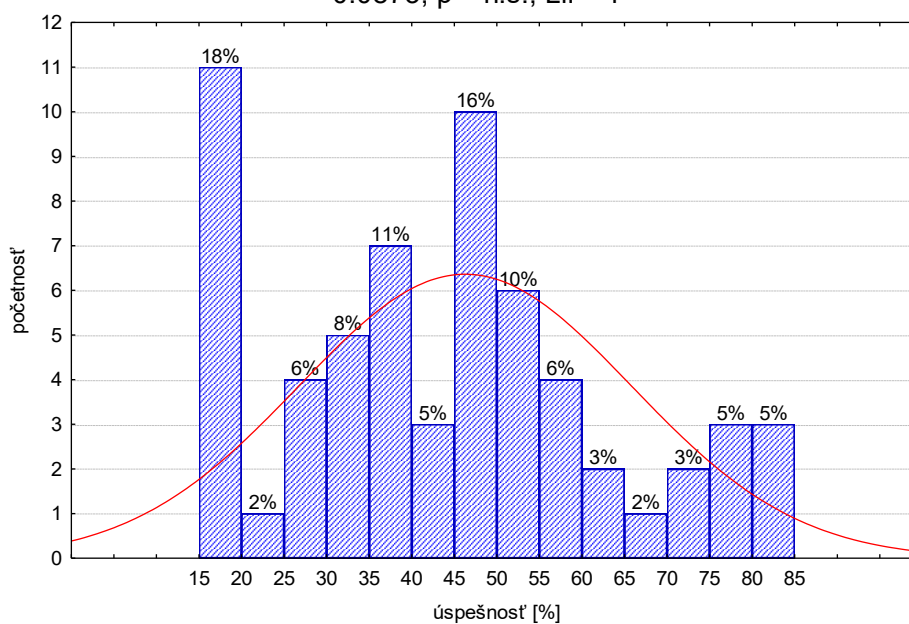
Ďalej bol na testovanie hypotézy $H_0: \mu_1 = \mu_2$ použitý dvojvýberový *Studentov t-test* pre nerovnaké veľkosti skupín s rovnakými rozptylmi. Na základe výsledkov ($|t| > t_{critical(two-tail)}$) však nulovú hypotézu o rovnosti výstupnej vedomostnej úrovni skupín zamietame na každej hladine významnosti väčšej ako 1,5 %. Preto bola hypotéza $H_0: \mu_1 = \mu_2$ zamietnutá a bola prijatá nová hypotéza $H_0: \mu_1 \neq \mu_2$ pre $100 \cdot (1 - \alpha)$ % ľavostranný interval spoľahlivosti pre rozdiel $\mu_1 - \mu_2$. Keďže $t \in < t_{critical(one-tail), \infty}$, hypotéza $H_0: \mu_1 > \mu_2$ bola potvrdená (obr. 14, tab. 6) (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2014).

Štatistické testovanie využitím *Studentovho t-testu* potvrdilo štatisticky významný rozdiel vo vedomostiach experimentálnej a kontrolnej skupiny na konci výučby.

Daný test sme v spolupráci s učiteľmi gymnázií použili aj na testovanie študentov gymnázií. Priemerná úspešnosť študentov z rôznych gymnázií (62 študentov) bola vyššia ako percentuálna úspešnosť študentov univerzity na začiatku i na konci semestra (obr. 15).

Analyzovali sme test a odpovede študentov Stavebnej fakulty (SvF) UNIZA na začiatku semestra s cieľom nájsť možnosti, ako v priebehu semestra počas prednášok pomôcť študentom odstrániť nesprávne predstavy o fyzikálnych dejoch. Obdobná analýza bola urobená aj na konci semestra. Ako príklad vyberáme z celkovej analýzy niektoré z otázok testu a z nich vyplývajúcich niekoľko zaujímavých postrehov (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2014).

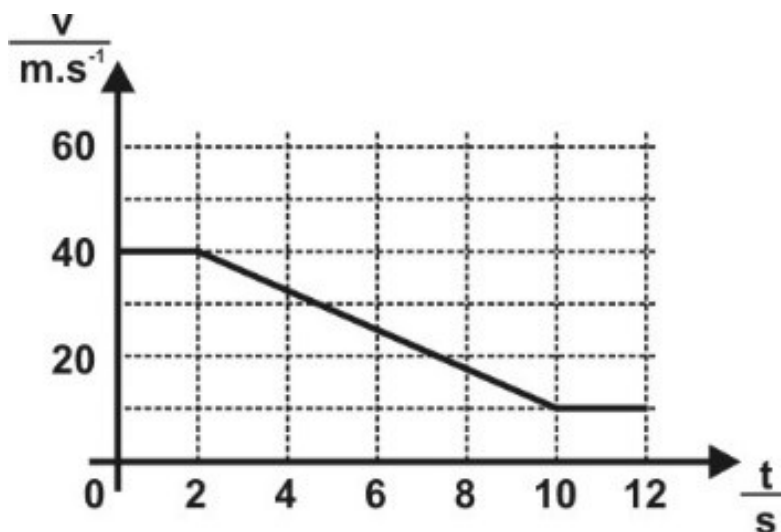
gymnázium: $N = 62$; $M = 46.0484$; $SD = 19.4417$; $Max = 85$; $Min = 15$; $D = 0.0873$; $p < n.s.$; $Lil < 1$



Obr. 15 Pre-test gymnazisti

Otázka 2. Graf na obr. 16 zodpovedá pohybu vlaku pred vjazdom do stanice. Aká bola veľkosť zrýchlenia vlaku počas brzdenia?

(A) $30/8 \text{ m.s}^{-2}$ (B) $30/12 \text{ m.s}^{-2}$ (C) $30/10 \text{ m.s}^{-2}$ (D) $40/12 \text{ m.s}^{-2}$

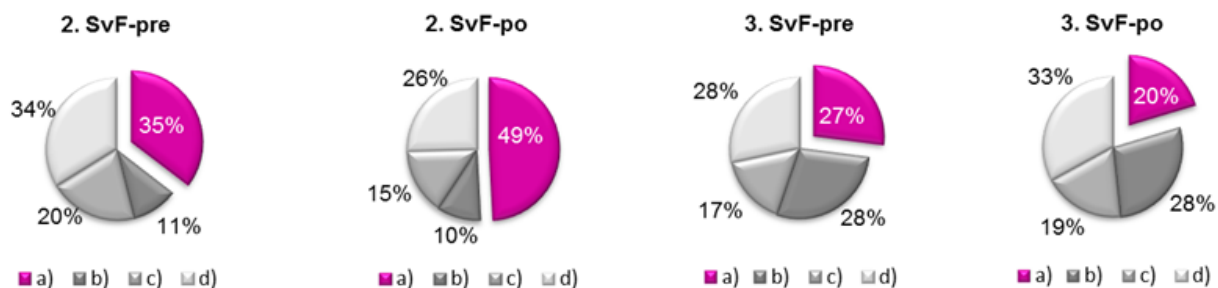


Obr. 16 Graf k otázke č. 2

Otázka 3. Akú dráhu prešiel vlak pri brzdení? (obrázok z predchádzajúceho príkladu)

(A) 200 m (B) 300 m (C) 400 m (D) 320 m

Ako možno vidieť z obr. 17, odpovede na otázky č. 2, 3 signalizujú veľmi dôležitý fakt, že študenti majú problémy s grafickými závislosťami.



Obr. 17 Percentuálne porovnanie odpovedí študentov na testové otázky 2, 3 (SvF UNIZA)

Otázka 11. Voda priteká rýchlosťou v v potrubím s priemerom d do rozšíreného miesta, ktoré má priemer $4d$. Akou rýchlosťou bude voda pretekať rozšíreným miestom?

(A) $v/16$ (B) $4v$ (C) $16v$ (D) $v/4$

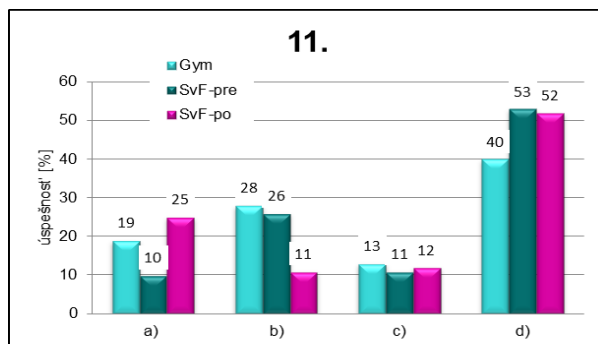
Otázka 12. Ako sa zmení veľkosť tlaku v uzavretej trubici s prúdiacou kvapalinou, keď sa prierez trubice zúži?

(A) zmenší sa (B) zväčší sa (C) nezmení sa (D) je stále nulový

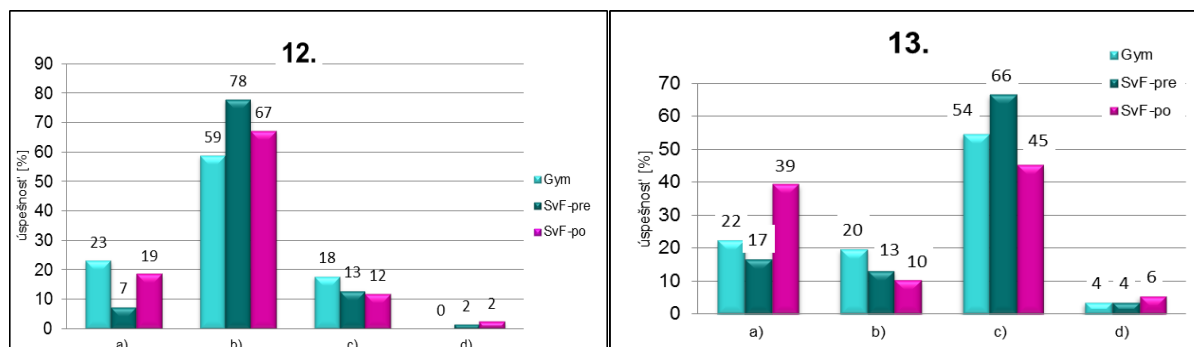
Otázka 13. Pre koeficienty teplotnej rozťažnosti železa a betónu platí:

- (A) sú porovnateľné
 (B) železo má rádovo nižší
 (C) železo má rádovo vyšší
 (D) sú úplne rovnaké

V oblasti dynamiky kvapalín nielen študenti gymnázií, ale aj naši študenti mali nedostatočné vedomosti. U našich študentov nastalo celkové zlepšenie po semestri, ale ako vidieť celkovo 75 % (otázka 11, obr. 18) a 81 % (otázka 12, obr. 19) študentov má stále zlé predstavy. Pri otázke 12 viac ako 2/3 študentov nevedelo aplikovať Bernoulliho rovnicu (a to aj na konci semestra, aj pri skúške). Z otázky č. 13 vidieť zarážajúce výsledky, nakoľko úloha súvisí s praxou, kde viac ako 66 % študentov SvF volilo odpoveď c na začiatku semestra a takmer 45 % na konci semestra (obr. 19). Ani gymnazisti nemali dobré predstavy o daných javoch.



Obr. 18 Vyhodnotenie odpovedí študentov SvF a gymnázia na testovú otázku 11



Obr. 19 Vyhodnotenie odpovedí študentov na testové otázky 12 a 13

Celková analýza odpovedí poukázala na to, že aj keď na konci semestra dôjde k zvýšeniu počtu správnych odpovedí, naďalej ostáva veľká skupina študentov, ktorí majú chybné predstavy o fyzikálnych dejoch, tzv. miskoncepce. Využitie videoanalýzy a simulácií na prednáškach je jednou z možností, ako zlepšiť predstavivosť a pomôcť vytvárať správne fyzikálne predstavy o javoch a dejoch okolo nás (ROCHOVSKÁ, 2012). Už pri prvom testovaní v roku 2013 sa ukázalo, že študenti majú problém s premieňaním jednotiek, úpravou matematických vzťahov, čítaním a interpretáciou grafov (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2014). Porovnanie stavu úspešnosti študentov počas troch rokov testovania poukazuje na tie isté opakujúce sa chyby. Je teda potrebné sústrediť sa v budúcnosti nielen na fyziku ako predmet, ale aj na zručnosti súvisiace s matematikou a celkovo inžinierskym vzdelávaním zahrnutým pod STEM Learning. Aj tento stav nás motivoval k ďalšiemu riešeniu situácie, s ktorou sa stretávame u študentov prvých ročníkov univerzitného vzdelávania.

2.2 Analýza vedomostí študentov na Stavebnej a Elektrotechnickej fakulte UNIZA

2.2.1 Projekt readySTEMgo a hodnotenie postojov študentov

V rámci vedecko-výskumného projektu s názvom readySTEMgo (project Erasmus+: Strategic Partnership: Early identification of STEM readiness and targeted academic interventions) sme sa snažili preskúmať a identifikovať rôzne faktory vplyvajúce na problémy študentov začínajúcich vysokoškolské štúdium. Jedným z cieľov projektu bola identifikácia kľúčových zručností študentov prvých ročníkov vstupujúcich do univerzitného vzdelávania, ktoré sú nevyhnutné pri zvýšení šance na úspech v STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) študijnom programe.

V posledných rokoch sa z dôvodov narastajúceho dopytu kvalifikovaných STEM odborníkov bližšie skúmajú tzv. retenčné hodnoty v STEM oblasti, t. j. percento študentov

prvých ročníkov, ktorí aj v ďalšom štúdiu pokračujú v štúdiu STEM študijného odboru. Európsky vedecko-výskumný projekt readySTEMgo v tejto súvislosti skúmal faktory, ktoré prispievali k ukončeniu STEM študijného programu a jeho cieľom bola identifikácia kľúčových zručností nevyhnutných pre úspešné ukončenie STEM študijného programu. Do riešenia tohto projektu boli pod vedením univerzity v Leuvene, Belgicko (KU Leuven), zapojené aj University of Technology (TUHH), Hamburg, Žilinská univerzita, SK (ŽU Žilina), Budapeštianska univerzita technológie a ekonomiky (BME), Maďarsko, Aalto university, Fínsko, University of Birmingham, UK a Európska spoločnosť pre inžinierske vzdelávanie (SEFI). Hlavný zámer projektu možno zhrnúť do nasledujúcich čiastkových cieľov:

- C1. Identifikácia kľúčových zručností študentov prvých ročníkov vstupujúcich do univerzitného vzdelávania, ktoré sú nevyhnutné pre zvýšenie šance na úspech v príslušnom STEM študijnom programe.
- C2. Z existujúcich diagnostických testov vybrať najvhodnejšie s cieľom identifikovať študentov, ktorí sú najviac ohrození a potrebujú osobitnú podporu.
- C3. V neposlednom rade skúmať, aké nástroje intervencie môžu podporiť ohrozených študentov a merať efektívnosť existujúcich nápravných programov.

Vzhľadom na význam skúseností študentov prvého ročníka so štúdiom sme sa zamerali predovšetkým na tento kľúčový moment študenta v celom období univerzitného vzdelávania. V prvej prieskumnej fáze bolo naším cieľom preskúmať a identifikovať rôzne faktory vplývajúce na problémy študentov začínajúcich vysokoškolské štúdium a nájsť takpovediac „kamene úrazu“, s ktorými sa stretávajú študenti v prvom ročníku STEM študijného programu. Na identifikovanie rôznych faktorov vplývajúcich na problémy študentov boli v rámci tohto výskumného projektu použité príslušné dotazníky a testy.

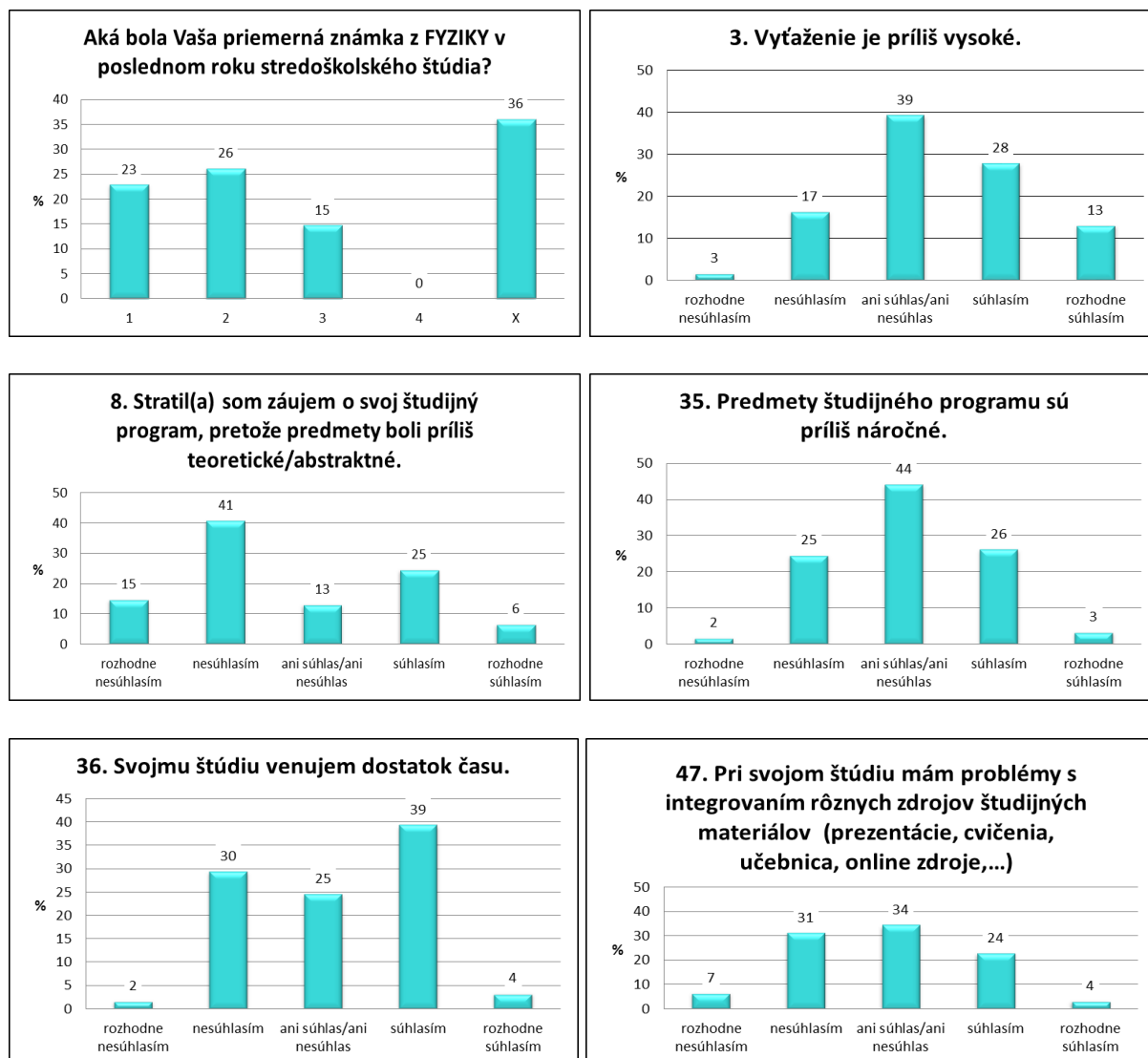
V našom výskume v rámci zisťovania a identifikovania zručností sme použili nasledujúce nástroje: test zo základných pojmov *Fyzika* (časová náročnosť 20 min.), dotazník *Prieskum skúseností študentov 1. ročníka readySTEMgo* (časová náročnosť 20 min.), readySTEMgo *LASSI* (Learning and Study Strategies Inventory) dotazník o študijných stratégiách študentov prvého ročníka Žilinskej Univerzity v Žiline (časová náročnosť 30 minút), FCI test na pochopenie pojmov (časová náročnosť 30 minút).

Prvým z nástrojov na zisťovanie postojov študentov ku štúdiu všeobecne bol dotazník s názvom *Prieskum skúseností študentov 1. ročníka*, ktorý absolvovali študenti Stavebnej a Elektrotechnickej fakulty UNIZA na konci letného semestra akademického roku 2014/2015. Vyberáme analýzu dotazníka, ktorého sa zúčastnilo 61 študentov Elektrotechnickej fakulty

UNIZA po absolvovaní prvého ročníka (t. j. 29 % z celkového počtu študentov absolvujúcich prvý ročník). Spätná väzba od študentov nám umožnila zlepšiť konkrétne aspekty výučby a organizáciu kurikula v spolupráci s ostatnými vyučujúcimi. Výsledky tohto výskumu nám taktiež umožnili pomôcť budúcim STEM študentom využitím tzv. nápravných zásahov. Analýza výsledkov dotazníka nám umožnila identifikovať STEM študentov, u ktorých bolo vysoké riziko ukončenia štúdia, a preto bola potrebná dodatočná podpora pomocou zvolených intervenčných zásahov v ranej fáze ich štúdia.

Niektoré výsledky z prieskumu sú uvedené v obr. 20. Výsledky poukazujú napríklad na vysoké percento študentov (36 %), ktorí na strednej škole nemali vôbec fyziku v poslednom ročníku. Podľa ďalšej štatistiky väčšina z nich mala fyziku iba počas dvoch ročníkov na strednej škole. Domnievame sa, že aj to je následkom nízkej percentuálnej úspešnosti vstupného testu z fyziky, ako sa ukázalo v predchádzajúcom výskume a potvrdilo aj v pre-teste FCI (viď nižšie). Záujem o štúdium môže klesať vplyvom rôznych faktorov. Na začiatku akademického roka si 22 % študentov nebolo na 100 % istých výberom svojho študijného programu. Z analýzy otázok vyplýva, že viac ako tretina študentov sa cíti priveľmi vyťažенých. 44 % študentov si myslí, že väčšina predmetov v ich študijnom programe je príliš teoretických, abstraktných a takmer tretina študentov stráca záujem o svoj študijný program, pretože predmety, ktoré absolvovali, boli priveľmi abstraktné a teoretické. Pre 29 % študentov sa javia predmety priveľmi náročné a až 61 % si myslí, že musí študovať ťažšie ako predtým predpokladali. 28 % študentov má problémy začať študovať, pričom 23 % študentov si ani nevie správne vytvoriť študijný plán. 29 % študentov si nevie nájsť správnu rovnováhu medzi svojím štúdiom a voľným časom. Iba 36 % študentov vie, ako sa dá väčšina predmetov prakticky aplikovať. Len 33 % študentov si myslí, že pedagógovia sú nadšení z toho, čo učia. Študenti (28 %) majú ťažkosti s integrovaním rôznych študijných materiálov (prezentácie, cvičenia, učebnica, on-line zdroje) a 43 % študentov nevenuje štúdiu dostatok času.

Ďalším nástrojom na zisťovanie postojov študentov bol *Dotazník o študijných stratégiách študentov prvého ročníka*. V tomto dotazníku sme zhromaždili informácie o študijných postupoch a postojoch študentov, ktorí vstupujú do štúdia a opätovne sme tieto informácie zisťovali potom, keď absolvovali prvý semester štúdia. V neskoršej fáze projektu boli výsledky tohto dotazníka spojené so študijnými výsledkami a s výsledkami FCI testu na začiatku a konci semestra s cieľom určiť najúčinnějšíe cieľové intervencie pre zlepšenie výkonu študentov. Dáta boli analyzované úplne anonymne, výsledky boli prezentované len skupinovo a nikdy nie pre jednotlivých študentov. Dotazníka sa už zúčastnili študenti na začiatku zimného semestra akademického roku 2015/2016.



Obr. 20 Vyhodnotenie vybraných otázok z dotazníka Prieskum skúseností študentov 1. ročníka

Prechod zo stredoškolského prostredia na univerzitu je kľúčovým momentom vo vzdelávaní mnohých študentov. V rámci riešenia projektu readySTEMgo sme skúmali, ako charakteristiky prichádzajúcich študentov ovplyvňujú ich študijné výsledky v prvom semestri štúdia na Žilinskej univerzite. Presnejšie, či je možné predpovedať úspešnosť štúdia po prvom semestri na základe vzdelania a výsledkov štúdia študentov na strednej škole (napr. z výsledkov maturity z matematiky, z fyziky, podľa typu absolvovanej strednej školy) na jednej strane a ich študijného správania sa na strednej škole na druhej strane. S cieľom odpovedať na dané otázky bol na Žilinskej univerzite uskutočnený rozsiahly dotazníkový prieskum na vzorke 814 študentov z rôznych študijných programov vybraných fakúlt UNIZA (Stavebná fakulta (SvF), Elektrotechnická fakulta (EF), Fakulta bezpečnostného inžinierstva (FBI) a Fakulty riadenia a informatiky (FRI)). Naše výsledky ukazujú, že množstvo premenných súvisí so študijnými výsledky študentov (vážený priemer a získané kredity).

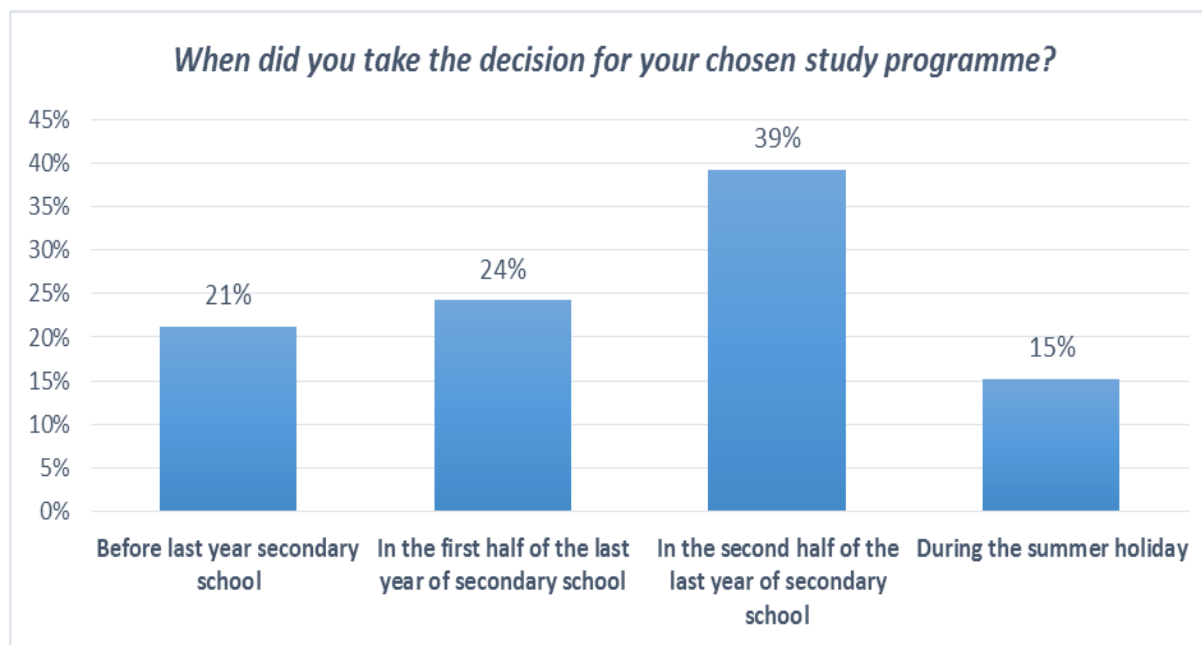
Maturitné známky študentov na strednej škole a typ navštevovanej školy majú významný vzťah k hodnotám váženého priemeru študentov a kreditom získaných po prvom semestri. Študenti s lepšími známkami z matematiky, ktorí vstupujú na univerzitu z gymnázia, majú spravidla lepší výkon ako ich rovesníci s horšími známkami z matematiky alebo z iného školského typu. Okrem škály motivácie, riadenia času a testovacích stratégií sme nepozorovali účinky študijných stratégií študentov na ich vážené priemery a získané kredity (PINXTEN, HOCKICKO, 2016).

Tab. 7 Vzťah medzi typom školy a dosiahnutými výsledkami po prvom semestri

Fakulta	Gymnázium		SS-EF		SS-SvF		SS-SjF		d'alšie	
	N	WA	N	WA	N	WA	N	WA	N	WA
EF	65	2,45	105	2,70	1	3,67	5	3,42	23	3,15
SvF	29	2,27	3	3,02	53	2,57			12	2,53
FBI	45	2,27	16	2,97	16	2,53	4	2,26	43	2,56
FRI	135	2,45	61	2,96	9	2,79	5	2,82	50	2,88
Ost	37	2,41	26	2,94	13	2,61	4	3,30	51	2,73
GT**	311	2,40	211	2,83	92	2,61	18	2,98	179	2,77

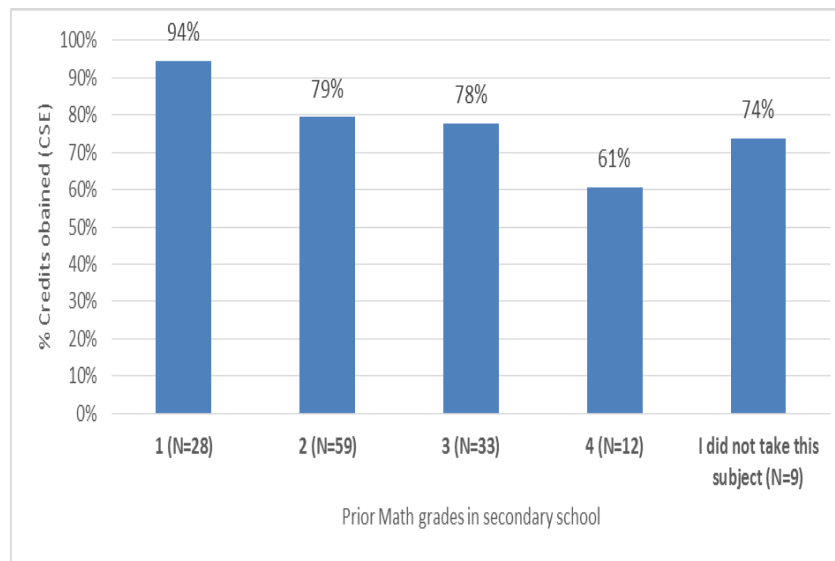
(WA – vážený priemer, GT – celkové skóre, ** ANOVA F (4, 667) = 13,49, p < 0,001)

Vo všeobecnosti môžeme konštatovať, že študenti, ktorí chodili na gymnázium, dosahujú výrazne lepšie výsledky ako študenti z iných typov škôl (SS – stredná škola, EF – elektrotechnická, SvF – stavebná, SjF – strojnica) (tab. 7) (PINXTEN, HOCKICKO, 2016). Takmer vo všetkých študijných programoch títo študenti dosahovali lepšie výsledky váženého priemeru ako ich rovesníci z iných typov stredných škôl (štatistika ANOVA F (4, 667) = 13,49, p < 0,001).



Obr. 21 Rozdelenie načasovania rozhodnutia pre štúdium zvoleného študijného programu

Ako ukazuje obr. 21 (PINXTEN, HOCKICKO, 2016) – „Kedy ste sa rozhodli pre daný študijný program“, väčšina študentov sa pre zvolený študijný program rozhodne v druhej polovici posledného ročníka (39 %). Iba malá časť študentov posúva proces konečného výberu do prázdnin pred akademickým rokom (15 %). Pokiaľ ide o dosiahnuté výsledky, nie sú rozdiely medzi študentmi, ktorí sa rozhodnú pre dané štúdium v inom časovom okamihu. Študenti, ktorí sa rozhodnú pre štúdium neskôr, napríklad počas letných prázdnin, nedosahujú nižší vážený priemer.

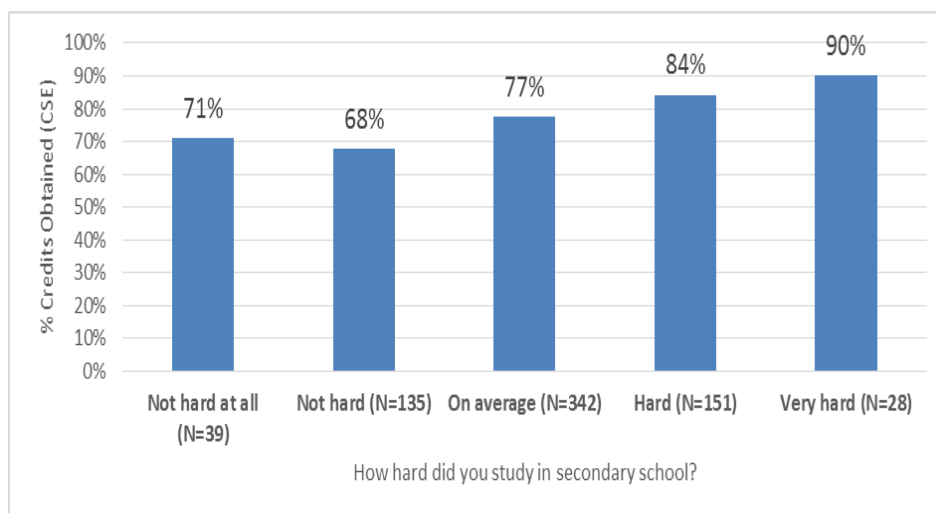


Obr. 22 Vzťah medzi získanými kreditmi (CSE) po prvom semestri a známku z matematiky na strednej škole (EF)

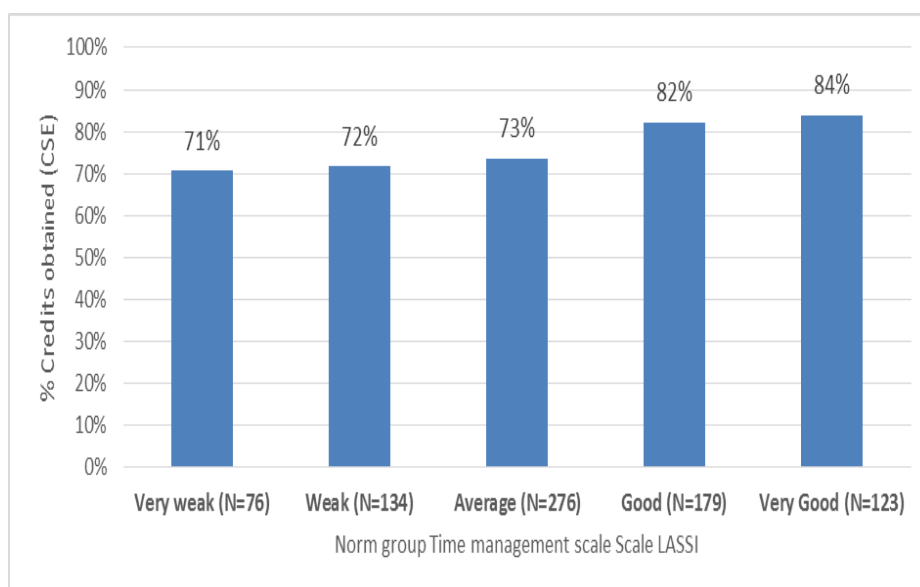
Ako je znázornené na obr. 22 (PINXTEN, HOCKICKO, 2016), študenti, ktorí zo strednej školy nastúpia na univerzitu s lepšími známkami z matematiky, dosahujú podstatne lepšie výsledky v štúdiu na univerzite. Vážený priemer študentov, ktorí nastúpili študovať na Elektrotechnickú fakultu UNIZA so známku 1 z matematiky, je výrazne lepší ako u ich rovesníkov s nižšími známkami z matematiky ($F(4, 158) = 9,47, p < 0,001$). Títo vysokoškolskí študenti absolvujú semester s úspešnosťou priemerne na úrovni 94 %, zatiaľ čo úspešnosť študentov s horším hodnotením v matematike na strednej škole klesá.

Existuje jasná súvislosť medzi mierou úsilia, ktorú študenti vyvíjali na strednej škole, a ich študijnými výsledkami po prvom semestri na vysokej škole. Študenti, ktorí sa vyjadrili, že pre dosiahnuté známky na strednej škole museli vynaložiť značné úsilie, dosiahli aj lepšie hodnotenie na univerzite. Napríklad študenti, ktorí sa na strednej škole učili veľmi usilovne, dosahujú priemernú úspešnosť 90 % (obr. 23) (PINXTEN, HOCKICKO, 2016). Naopak, študenti, ktorí tvrdia, že na strednej škole vôbec neštudovali, dosiahli priemernú úspešnosť 71 %. Miera vynaloženej snahy na strednej škole poskytuje ďalšie informácie k predpovedi úspešnosti štúdia v prvom ročníku na univerzite. Je potrebné poznamenať, že vynaložené

úsilie podstatnou mierou súvisí so známkami študentov na strednej škole. Študenti, ktorí vykazujú nízku úroveň úsilia na strednej škole, majú vo všeobecnosti horšie výsledky v porovnaní so svojimi rovesníkmi, ktorí uvádzali vysokú vynaloženú snahu ($F(4, 572) = 6,50, p < 0,001$).



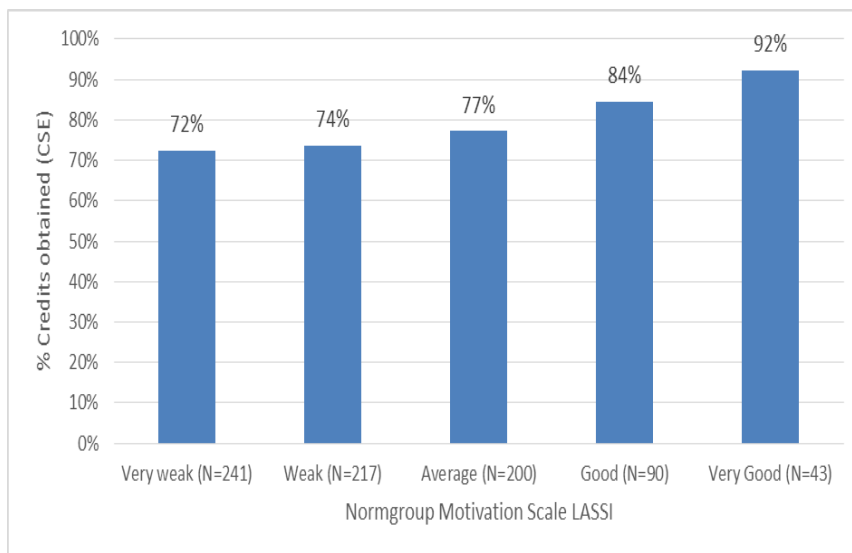
Obr. 23 Vzťah medzi získanými kreditmi (CSE) po prvom semestri a vynaloženou snahou na strednej škole



Obr. 24 Vzťah medzi získanými kreditmi (CSE) po prvom semestri a schopnosťami riadenia času pri nástupe na univerzitu

Ako je zrejmé z obr. 24 (PINXTEN, HOCKICKO, 2016), študenti s dobrými alebo veľmi dobrými schopnosťami riadenia času dosahujú pri nástupe na univerzitu výrazne lepšie študijné výsledky ako študenti s priemernými alebo slabými schopnosťami riadenia času pre štúdium ($F(4, 648) = 4,79, p < 0,001$). Študenti s dobrými až veľmi dobrými schopnosťami riadenia času získajú po prvom semestri zhruba o 10 % viac kreditov (obr. 24).

Ako je znázornené na obrázku obr. 25 (PINXTEN, HOCKICKO, 2016), študenti s dobrou alebo veľmi dobrou úrovňou motivácie pri vstupe na univerzitu dosahujú pri skúškach v prvom semestri výrazne lepšie výsledky v porovnaní so svojimi rovesníkmi s priemernou alebo nízkou úrovňou motivácie ($F(4, 651) = 5,22, p < 0,001$). Napríklad, študenti s veľmi dobrou úrovňou motivácie získavajú priemerne 92 % kreditov. U študentov s veľmi slabou motiváciou toto číslo klesá na 72 % (obr. 25).



Obr. 25 Vzťah medzi získanými kreditmi (CSE) po prvom semestri a úrovňou motivácie pri vstupe na univerzitu

Pokiaľ ide o výučbu a študijné výsledky študentov na strednej škole, iba tri parametre vykazovali štatistický vzťah k výsledkom skúšky: správne riadenie času, motivácia a zvolené testovacie stratégie. Korelácia zvyšných kategórií v LASSI teste bola podstatne nižšia.

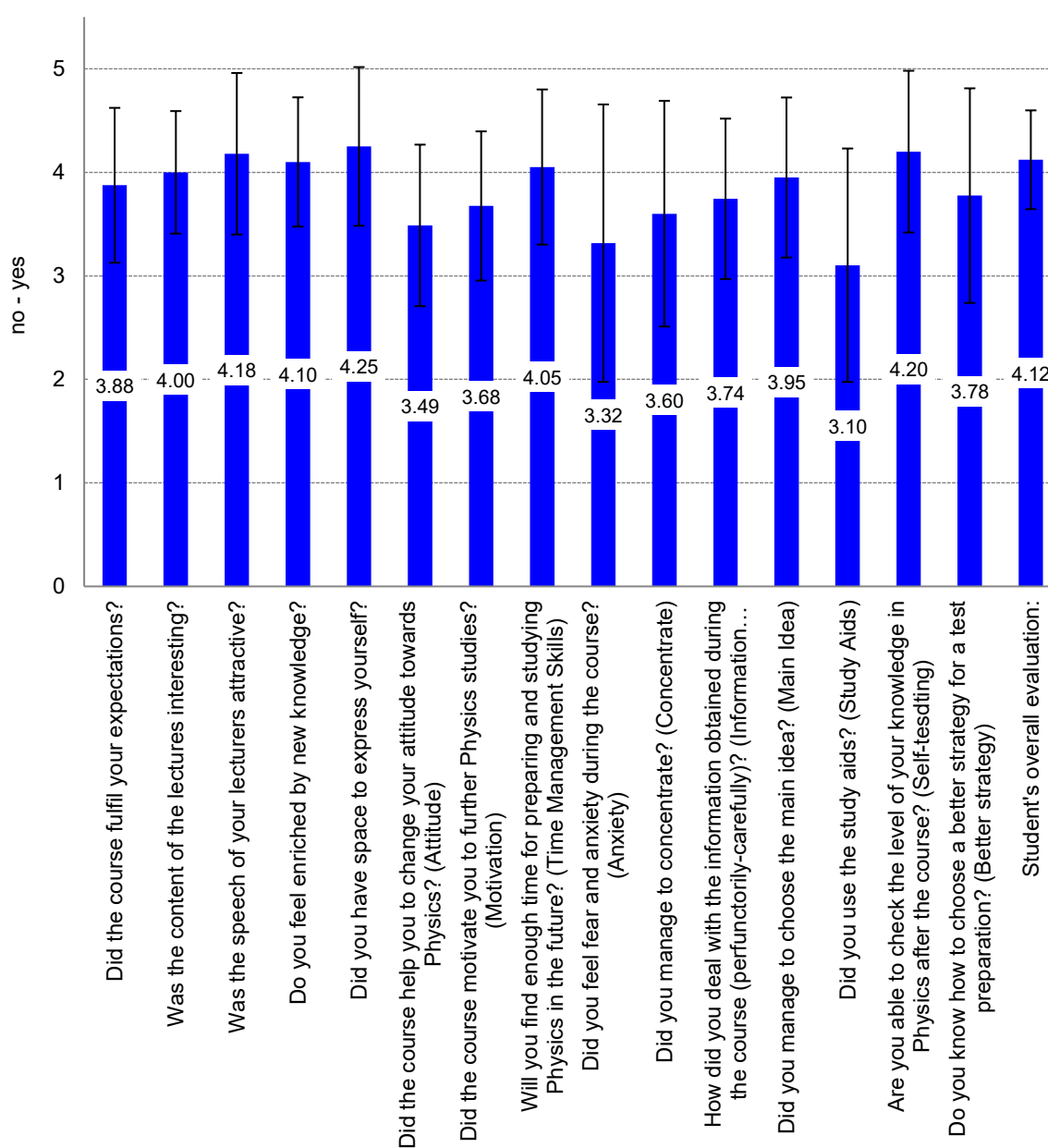
Je však pomerne ľahké identifikovať študentov s veľmi vysokým rizikom neúspechu v prvom ročníku. Napríklad študenti s nízkou úrovňou matematiky a veľmi slabými známkami matematiky na strednej škole majú jasný rizikový profil pri nástupe na technický študijný program.

Nekognitívne schopnosti, ktoré sa rozvíjajú počas dospievania, majú výrazný a trvalý vplyv na akademické výsledky študentov. Na základe analýzy učebných a študijných stratégií (LASSI – Learning and Study Strategies Inventory), ktorý bol administrovaný prvákom na Žilinskej univerzite na začiatku akademického roka 2015/2016, sme zistili, že 27 % našich prvákov má slabú motiváciu (PINXTEN et al., 2016). Ak je prístup študentov benevolentný a motivácia je nízka, študenti sa ľahko vzdajú a predčasne ukončia štúdium.

Preto sme sa rozhodli v rámci riešenia projektu readySTEMgo ponúknuť študentom pomoc prípravou letného úvodného Kurzu fyziky na začiatku akademického roka 2016/2017.

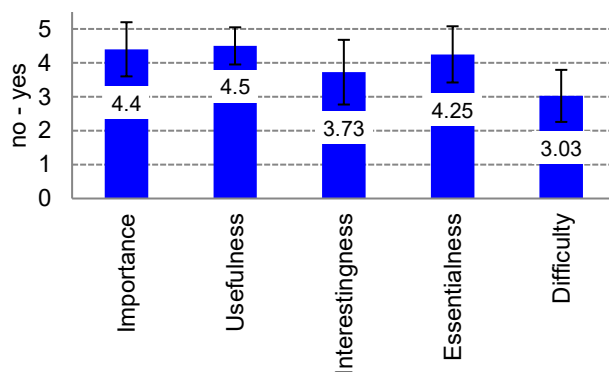
Hlavným cieľom tohto úvodného kurzu bolo zopakovať a doplniť základné poznatky zo stredoškolskej fyziky. Ďalším cieľom bolo zistiť, či dokážeme ovplyvniť a zlepšiť prístup našich prvákov a úroveň ich motivácie prostredníctvom tohto letného úvodného kurzu tým, že im ukážeme, že ak sa nevzdajú, môžu sa stať úspešnými študentmi študijného programu STEM, aj keď ich súčasná úroveň vedomostí z fyziky nie je uspokojivá.

Chceli sme tiež zistiť vplyv predmetu s názvom Úvod do fyziky na prístup a motiváciu všetkých prvákov (179 respondentov) po prvom semestri akademického roka 2016/2017. Výsledky vidíme v nižšie uvedenom grafe a sú porovnateľné so zisteniami, ktoré sme získali od 41 respondentov, ktorí sa zúčastnili letného Kurzu fyziky.



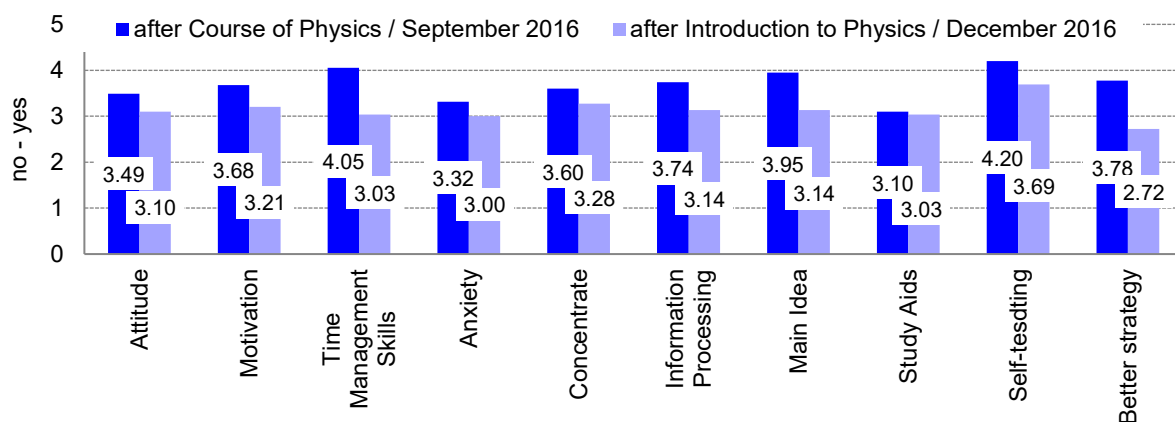
Obr. 26 Hodnotenie predmetu Úvod do fyziky po skúškovom období - 179 respondentov

Na obr. 26 (TARJÁNYIOVÁ, HOCKICKO, SRŠNÍKOVÁ, 2017) vidno mierny pokles v postojoch a motivácii študentov a v tom, že ich nekognitívne schopnosti, ovplyvňujúce ich študijné návyky, nie sú tak dobre rozvinuté. Na ďalšom obr. 27 môžeme vidieť reakcie študentov na otázku: „Hodnotím úvodný letný Kurz fyziky ako ...“



Obr. 27 Hodnotenie úvodného letného Kurz fyziky študentmi

Študenti Elektrotechnickej fakulty UNIZA, ktorí sa zúčastnili letného kurzu fyziky a zároveň sa zúčastnili predmetu Úvod do fyziky (29 študentov), boli po skončení prvého semestra požiadaní o vyplnenie postojového dotazníka. Ako je zrejmé z obr. 28 (TARJÁNYIOVÁ, HOCKICKO, SRŠNÍKOVÁ, 2017), po skončení prvého semestra dochádza k poklesu vo všetkých oblastiach, ako sú motivácia, koncentrácia, študijné pomôcky atď. Ak porovnáme letný Kurz fyziky s prvým semestrom, musíme brať do úvahy, že študenti boli konfrontovaní s náročnejšími úlohami, rôznymi domácimi úlohami, prípravou na záverečné testy a všetky tieto aspekty znížili ich koncentráciu na štúdium. Na konci semestra mali študenti problémy s riadením času kvôli mnohým povinnostiam, nedokázali si vybrať najdôležitejšie informácie s cieľom pripraviť sa na overenie svojich vedomostí.



Obr. 28 Dotazník na posúdenie postojov a vplyvu letného Kurzu fyziky a Úvodu do fyziky na EF

2.3 Analýzy využitím FCI testu na EF(FEIT)

Ďalším použitým nástrojom na zisťovanie zručností na začiatku štúdia bol *FCI test – test na pochopenie pojmov súvisiacich s pojmom sila*. Test robili študenti na začiatku zimného semestra akademického roku 2015/2016 a opakovali ho po absolvovaní predmetu Úvod do fyziky na konci semestra. Priemerná úspešnosť študentov na začiatku bola 28 %. Výsledky boli konfrontované s výsledkom FCI na konci semestra po absolvovaní kurzu Úvod do fyziky. Pri analýze sa ukázali hlavné nedostatky v chápaní pojmov, alebo úplne nesprávne predstavy študentov o reálnych dejoch. Týmto sa potvrdil už dlhodobejšie pretrvávajúci stav, na čo poukázal aj náš predošlý výskum (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2014). Je preto žiaduce predprípraviť študentov prichádzajúcich zo stredných škôl na požadovanú úroveň.

Na analýzy daných predstáv študentov študujúcich na EF UNIZA v akademickom roku 2015/16 bol použitý štandardizovaný FCI test na začiatku a na konci semestra (pre- a post-test). Výsledky prieskumu poukázali na to, že na konci semestra sa celková úspešnosť študentov zlepšila, avšak stále pretrvávajú niektoré chybné predstavy – miskoncepce o sile, jej pôsobení a účinkoch. Taktiež sa potvrdila nízka úroveň vstupných aj výstupných vedomostí študentov prvého ročníka v porovnaní so študentmi z iných krajín.

Vstupná úroveň vedomostí z matematiky a fyziky študentov prichádzajúcich študovať na EF zo stredných odborných škôl a gymnázií nie je vždy na požadovanej úrovni. Týka sa to hlavne študentov, ktorí v stredoškolskom štúdiu mali malý počet hodín fyziky a matematiky. Naše výskumy poukazujú na to, že zhruba 30 – 50 % študentov v prvých ročníkoch na technickej univerzite neúspešne končí so štúdiom v priebehu prvého roku štúdia (tzv. the dropout rate in UNIZA (Elektrotechnická fakulta (EF), Stavebná fakulta (SvF), Strojnícka fakulta (SjF)) 2013/2014, 2014/15, 2015/16, 2016/17 – tab. 8) (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2018, SEFI Conference 2018):

Tab. 8 Podiel študentov prvého ročníka na jednotlivých fakultách UNIZA (EF, SvF, SjF), ktorí predčasne ukončili svoje štúdium, k zapísaným študentom

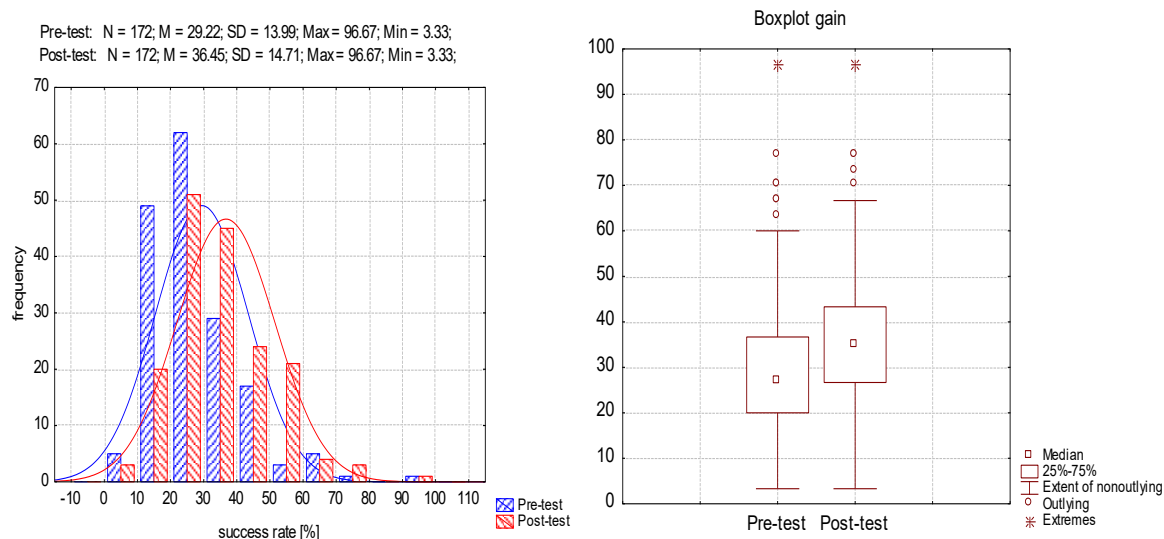
	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Elektrotechnická fakulta	134/412 = 33 %	134/310 = 43 %	110/235 = 47 %	56/233 = 24%
Stavebná fakulta	116/246 = 47 %	62/126 = 46 %	59/109 = 54%	141/196 = 72%
Strojnícka fakulta	167/340 = 49 %	118/256 = 46 %	70/180 = 39 %	68/235 = 28%

Ďalšie výskumy s využitím FCI testov ukázali, že u študentov UNIZA je vstupná úroveň vedomostí týkajúcich sa sily, kinematiky a dynamiky hmotného bodu v porovnaní so študentmi z vybranej zahraničnej technickej školy na nižšej úrovni. (Mean (UNIZA) = 23 %, Mean (TAMPERE) = 45 %) (HOCKICKO, THILL, 2015).

Prezentované výsledky v nasledujúcej časti poukazujú na vstupné a výstupné výsledky FCI testu študentov EF v prvom roku/semestri štúdia v akademickom roku 2015/2016 pred a po absolvovaní predmetu Úvod do fyziky.

2.3.1 FCI pre-test a post-test

Nasledujúci obr. 29, tab. 9 (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2016) znázorňuje výsledky FCI pre-testu a post-testu. Ako možno vidieť, na konci semestra nastal nárast vo vedomostiach.



Obr. 29 Výsledky FCI pre-testu a post-testu - histogram a krabicový diagram (EF 2015/2016)

Tab. 9 Pre-test, post-test (EF 2015/2016)

	Pre-test	Post-test
Mean	29,22	36,45
Variance	195,78	216,40
Observations	172	172
Pearson Correlation	0,65	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	171	
t Stat	-7,87	
P(T<=t) one-tail	1,95E-13	
t Critical one-tail	1,65	
P(T<=t) two-tail	3,90E-13	

Testovania sa zúčastnili študenti prvého ročníka EF, pre-test sa uskutočnil na začiatku semestra (prvý týždeň, 2015/2016) a absolvovalo ho 252 študentov. Na konci semestra (13. týždeň) sa uskutočnil post-test a absolvovalo ho 214 študentov. Keďže následne sme plánovali uskutočniť párový test, na ďalšie analýzy sme použili len odpovede študentov, ktorí sa zúčastnili súčasne pre aj post-testu a odpovedali na všetky otázky, ich počet sa zredukoval na celkovo 172 študentov.

Tab. 10 Vstupné a výstupné odpovede študentov na jednotlivé otázky (EF 2015/2016)

Číslo otázky	Pre-test [%]					Post-test [%]				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1.	33,9	2,5	24,8	38,0	0,8	27,6	2,6	53,1	16,3	0,4
2.	17,8	12,8	2,1	57,8	9,5	45,5	16,8	2,0	29,1	6,6
3.	16,9	22,7	47,6	2,9	9,9	13,2	14,3	62,8	2,0	7,7
4.	75,6	0,0	2,1	0,4	21,9	53,6	1,0	3,6	0,0	41,8
5.	4,1	7,4	33,1	24,4	31,0	3,1	12,8	17,9	29,6	36,6
6.	17,8	72,8	7,0	1,2	1,2	16,8	73,0	7,7	1,5	1,0
7.	14,5	55,0	12,0	5,4	13,1	12,2	60,7	9,7	2,6	14,8
8.	38,0	33,5	1,2	6,6	20,7	28,5	42,9	2,6	6,1	19,9
9.	5,0	35,5	19,8	6,6	33,1	1,0	32,1	43,4	2,6	20,9
10.	25,7	3,7	21,5	32,2	16,9	36,8	6,6	18,9	21,4	16,3
11.	12,4	52,5	22,7	8,7	3,7	14,3	37,7	37,2	8,2	2,6
12.	0,0	64,5	32,2	2,5	0,8	0,5	62,8	32,6	3,6	0,5
13.	7,9	42,1	44,6	5,4	0,0	9,7	25,5	45,4	19,4	0,0
14.	40,1	19,8	14,0	26,1	0,0	33,7	15,8	14,3	36,2	0,0
15.	18,6	11,6	64,9	4,5	0,4	26,6	10,7	56,6	5,6	0,5
16.	53,3	8,3	30,6	7,0	0,8	64,8	7,1	24,0	3,6	0,5
17.	63,6	8,3	0,8	15,7	11,6	66,3	11,8	2,0	13,8	6,1
18.	5,8	8,3	33,9	44,6	7,4	7,1	16,9	20,4	44,9	10,7
19.	15,3	7,0	7,8	36,0	33,9	11,7	9,7	6,1	25,5	47,0
20.	18,2	14,0	45,0	17,8	5,0	24,5	7,7	39,8	20,9	7,1
21.	10,3	15,3	20,7	19,0	34,7	8,2	12,7	25,0	15,8	38,3
22.	29,7	36,0	2,9	27,7	3,7	34,7	35,2	3,6	24,5	2,0
23.	18,2	26,9	20,2	26,0	8,7	19,9	34,2	13,8	22,4	9,7
24.	46,7	6,6	29,8	5,8	11,1	54,6	3,6	27,0	7,1	7,7
25.	5,8	19,8	11,2	28,9	34,3	8,6	15,3	14,8	27,6	33,7
26.	40,9	22,7	7,9	24,4	4,1	30,1	31,1	8,7	25,0	5,1
27.	40,5	10,3	48,0	1,2	0,0	30,6	17,9	49,0	2,0	0,5
28.	2,1	17,4	5,8	53,2	21,5	2,0	10,2	6,1	35,7	46,0
29.	61,5	23,6	2,5	10,7	1,7	36,2	34,8	7,1	19,9	2,0
30.	0,4	19,8	12,5	3,3	64,0	4,6	16,3	15,3	6,1	57,7

Tab. 10 (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2016) znázorňuje percentuálne zastúpenie jednotlivých odpovedí pre konkrétne otázky. Čísla označené tučným/šikmým písmom znázorňujú percentuálne zastúpenie správnych odpovedí, označené bunky (sivou farbou) znázorňujú vysoké percentuálne hodnoty nesprávnych odpovedí spájané s miskoncepciami. Porovnaním hodnôt v tab. 10 si možno všimnúť, že na konci semestra došlo k nárastu správnych odpovedí rádovo okolo 10 %. Avšak aj po absolvovaní semestra ostali niektoré otázky, pri ktorých je percentuálne zastúpenie nesprávnych odpovedí vysoké.

Vzdelávací proces na Elektrotechnickej fakulte (EF) UNIZA sa uskutočnil tradičným spôsobom, to znamená, že študenti prvého ročníka (prvý semester) sa zúčastnili 13 dvojhodinových prednášok a 13 hodinových seminárov počas jedného semestra. Prednášky boli zamerané na jednotlivé témy fyziky a následne nasledovali výpočtové cvičenia zamerané na kvantitatívne riešenie úloh.

FCI skóre pre EF narástlo (pre-test $M = 29\%$, post-test $M = 36\%$) (obr. 29), avšak je potrebné zdôrazniť, že výstupná úroveň našich študentov nedosahuje vstupnú úroveň študentov niektorých zahraničných vysokých škôl (UAS Tampere (HOCKICKO, TIILI, 2015), Harvardská univerzita dosiahla výstupné FCI skóre 77 % v čase výučby tradičným spôsobom.

Percentuálny podiel správnych odpovedí študentov na jednotlivé otázky je uvedený v tab. 10. Existujú niektoré otázky, v ktorých študenti majú veľa chybných predstáv. Odpovede vytvárajú dojem, že študenti môžu mať vážne problémy so základnou fyzikou na začiatku štúdia.

Na konci semestra nastal pri väčšine otázok percentuálny nárast správnych odpovedí, avšak pri niektorých otázkach je stále vysoké percento nesprávnych odpovedí.

Otázky, v ktorých sa študenti stretávajú s väčšími ťažkosťami: 2, 4, 11, 13, 15, 17, 18, 20, 28, 29, 30.

Ako je zrejmé z tab. 10, niektoré z týchto otázok, v ktorých sa študenti stretávajú s veľkými ťažkosťami a dosahujú menej správnych odpovedí, sú spojené s rozpoznávaním síl pôsobiacich v opísanej situácii. Všeobecná mylná predstava spojená s týmito otázkami spočíva v tom, že pohyb vždy vyžaduje silu, ktorá pôsobí v smere pohybu. Nízke skóre v otázke 13 odhaľuje mylnú predstavu o pôsobení sily po kontakte. V otázkach 17 a 30 mylná je zvyčajne predstava, že pohyb smerom nahor je daný väčšou silou v tomto smere.

V otázke 2 je nesprávna koncepcia typicky spojená s predstavou študentov, že „*ťažšie predmety padajú rýchlejšie*“, otázky 4 a 28 súvisia s nesprávnym pojmom: „*väčšia hmotnosť znamená väčšiu silu*“, otázke 15 je príbuzná mylná predstava: „*najaktívnejší činiteľ pôsobí najväčšiu silu*“, otázky 11 a 29 súvisia s nesprávnou predstavou: „*prekážky nevyvíjajú žiadnu*

silu“, otázka 20 súvisí s nerozlišovaním medzi rýchlosťou a zrýchlením (HESTENS, et al. 1992). V tab. 10 je vidieť, že otázky 6, 7, 12, 16, 24 a 27 získali viac správnych odpovedí ako ostatné. Spoločné pre tieto otázky je to, že väčšina z nich pozostáva z úloh o pohybe predmetu v určitom stave a sú viac spájané s kinematikou.

Náš výskum poukázal na skutočnosť, že študenti majú ťažkosti s pochopením základných konceptov mechaniky pri vstupe na univerzitu. Znalosť vzťahov medzi pojmi, fyzikálnymi princípmi v reálnom svete je tiež často slabá. Ako dospel k záveru Hestenes a kol. (HESTENS, et al., 1992), bolo zistené, že názory o pohybe a sile sú vo väčšine aspektov nezlučiteľné s Newtonovým chápaním. Tradičná výučba fyziky prináša menšie zmeny v tomto smere. Tento výsledok je nezávislý od vyučujúceho a spôsobu výučby.

Autori ďalej poznamenávajú, že prvým dojmom väčšiny učiteľov fyziky je, že otázky v FCI sú príliš triviálne. O to je to horšie, keď sa zistí, aké zlé výsledky majú ich vlastní študenti (HESTENS, et al., 1992). Ako autori tvrdia, je potrebné zdôrazniť, že **60 % z FCI testu je minimálna prahová hodnota** (threshold) na to, aby študent mohol efektívne pokračovať v štúdiu Newtonovej mechaniky. Pod touto hranicou je študentovo pochopenie Newtonovej mechaniky nedostatočné na efektívne riešenie problémov. Študent inak nie je schopný preklenúť ťažkosti, ktoré mu spôsobujú miskoncepce a učí sa fyziku naspamäť. **80 – 85 % FCI skóre predstavuje „majstrovskú“ úroveň**, kedy študent rozmýšľa v intenciách a pojmoch Newtonovej fyziky. Ako deklarujú autori, daný výsledok nezávisí od toho, aký učiteľ, v akej krajine a na akej škole učí (SAVINAINEN, SCOTT, 2002).

V nami realizovanom pre-teste dosiahlo úroveň 60 % a vyššiu z FCI skóre 4 % študentov (10 z 242) a v post-teste 5,6 % (11 zo 196). Nízky nárast úspešných študentov môže byť spôsobený aj tým, že len 1/3 z celkového počtu študentov sa zúčastňovala prednášok.

2.3.2 Porovnanie výsledkov FCI na UNIZA s UAS v Tampere (Fínsko)

V akademických rokoch 2013/2014, 2015/2016 sa naša pozornosť sústredila na získanie celkového obrazu o základných vedomostiach študentov prvých ročníkov z mechaniky, ktorý sa mierne zlepšuje po prvom kurze základnej fyziky. Výsledky boli porovnávané medzi dvoma univerzitami, Žilinskou univerzitou na Slovensku a Univerzitou aplikovaných vied v Tampere vo Fínsku. Ukazuje sa, že tradičné prednášky, ktoré sa zameriavajú na kvantitatívne výpočty a analýzu, nezlepšujú dostatočne kvalitatívne porozumenie, ak študenti vstúpia na vysokú školu s ľahkým alebo žiadnym prírodovedným základom. Ukazuje sa tiež, že nesprávne predstavy je veľmi ťažké napraviť a majú tendenciu zostať nesprávne napriek vyučovaniu. Niektoré mylné predstavy sa po vyučovaní ešte

posilnili. Modernejšie spôsoby výučby zlepšujú výsledky študentov viac ako tradičné prednášky, ale zlepšenie v študovanej vzorke študentov je stále príliš nízke.

Tradičné metódy prednášania pred veľkou skupinou študentov, v ktorej študenti majú pasívnu, počúvajúcu úlohu, sú tradíciou univerzitného vyučovania. V rozsiahlej štúdií (6000 študentov) od Hakea, ktorá bola publikovaná v roku 1998, sa ukazuje, že vyučovacie metódy vrátane aktívnej zaangažovanosti študentov dosahujú lepšie výsledky vo vzdelávaní, najmä tie, ktoré vedú ku konceptuálnemu porozumeniu v porovnaní s tradičnými metódami (HESTENS, et al., 1992). V štúdií bol použitý Force Concept Inventory (FCI) test, ktorý obsahuje 30 otázok s možnosťou výberu z viacerých otázok v oblasti mechaniky, vhodný na meranie študijných výsledkov študentov z Newtonovej mechaniky. V štúdií Hakea boli výsledky vzdelávania vnímané ako nezávislé od kvality učiteľa, od druhu školy, od vstupných vedomostí na začiatku výskumu (HAKE, 1998).

Test FCI bol použitý aj na porovnanie pochopenia základov mechaniky u študentov začínajúcich štúdium na technickej univerzite (HOCKICKO, TIILI, 2015). S cieľom presnejšie študovať chápanie študentov bol použitý zdokonalený test, takže každá z otázok zahŕňala aj hodnotenie dôvery. To znamená, že pri každej otázke študent vyberá odpoveď, do akej miery si je istý správnosťou odpovede, t. j. či je odpoveď len čisto hádaná na štvorstupňovej Likertovej škále. Podobný test bol použitý predtým v štúdií o vývoji dôvery študentov pri používaní interaktívnych výučbových metód (KOLARI, et al. 2005). Zámerom bolo vidieť za jednoduchým výsledkom testu s viacerými možnosťami aj to, aby si študenti uvedomili, či sú ich odpovede správne alebo nie.

V rámci výskumu sme sa sústredili na porovnanie vstupných vedomostí študentov z oblasti mechaniky medzi dvoma univerzitami, porovnanie zmeny zručností po prvom kurze fyziky. Ďalej sme porovnávali, ako sa dôvera študentov k odpovediam mení po štúdiu počas kurzu aj medzi univerzitami.

V akademickom roku 2013/2014 sa naša pozornosť sústredila na porovnanie vstupných vedomostí študentov UNIZA (z viacerých fakúlt) a študentov z Tampere University of Applied Sciences (TUAS) (Fínsko).

Študenti, ktorí nastupujú na štúdium na TUAS, majú rôznorodé vedomosti vo vzťahu k absolvovanej fyzike. Na TUAS môže študent nastúpiť na vysokoškolské štúdium buď po vyššej strednej škole (upper secondary) (na ktorej študuje počas troch až štyroch rokov vo veku 15 - 19), kde počas stredoškolského štúdia absolvuje 1 až 10 kurzov fyziky, čo znamená maximálny počet 5 hodín týždenne počas 2,5 roka. Študenti môžu taktiež

nastúpiť na vysokoškolské štúdium aj z odbornej školy (vocational school) (kde študujú asi 3 roky vo veku 15 - 19 rokov), tí nemajú vôbec žiadnu povinnú fyziku.

Na Žilinskú univerzitu prichádzajú študovať študenti buď zo strednej odbornej školy, napr. stredná odborná škola elektrotechnická alebo z gymnázií. Výučba fyziky je na týchto školách odlišná; na gymnáziu majú študenti možnosť navštevovať 5 až 11 hodín fyziky týždenne v rámci štvorročného štúdia (1 - 2 hodiny týždenne v každom ročníku a navyše voliteľné laboratórne hodiny väčšinou v posledných dvoch ročníkoch), zatiaľ čo študenti stredných odborných škôl môžu mať iba 4 hodiny fyziky týždenne počas 4 rokov štúdia alebo vôbec žiadnu fyziku.

Testovanie sme uskutočnili v akademickom roku semestra 2013/2014 medzi študentmi prvého ročníka Fakulty prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov (PEDaS, (FOE)) UNIZA (prvý semester) a Stavebnej fakulty (SvF, (FCE)) UNIZA a Elektrotechnickej fakulty (EF, (FEE)) UNIZA (druhý semester) (študenti vo veku 19–20 rokov). Študenti sa zúčastnili 13 dvojhodinových (PEDaS a SvF), prípadne trojhodinových (EF) prednášok a 13 jedn hodinových (PEDaS a SvF), prípadne dvojhodinových (EF) seminárov v rámci semestra. Prednášky boli zamerané na jednotlivé fyzikálne témy a následne na ne nadväzovali semináre zamerané na kvantitatívne riešenie úloh.

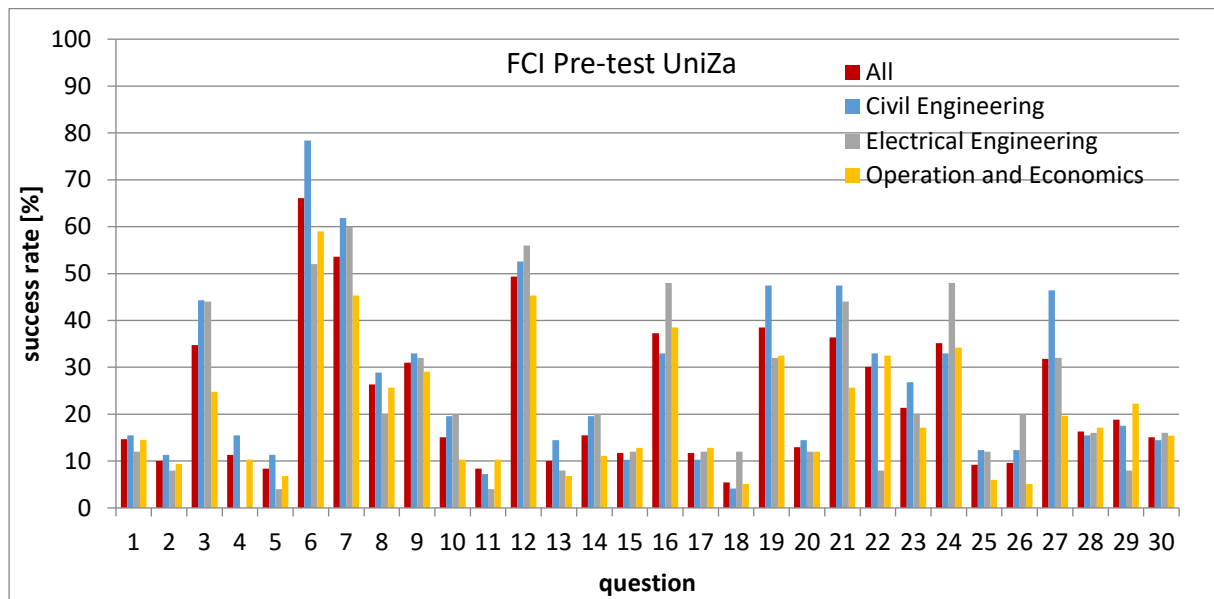
Vyučovací proces v Tampere sa uskutočnil v období 7 týždňov, vrátane 36 hodín prednášok vrátane týždenných hodnotených úloh merania alebo týždenných skúšok. Obsah prednášok obsahoval prvky konceptuálneho aj kvantitatívneho riešenia problémov. Kvantitatívne prvky sa vykonávali väčšinou na úrovni algebry, pretože študenti boli zameraní na profesionálneho bakalára - neakademický bakalársky stupeň v odbore IKT.

Pre-test na UNIZA sa uskutočnil na začiatku zimného (PEDaS) a letného (SvF, EF) semestra rokov 2013 a 2014. 117 (PEDaS), 97 (SvF) a 25 (EF) študentov (asi 20 % z gymnázií a 80 % zo stredných škôl) sa testu zúčastnili na úvodnom seminári; test trval asi 30 - 40 minút (záviselo to od jednotlivých študentov). Študenti odpovedali prostredníctvom tlačenej verzie testov, pričom každý študent vyriešil rovnaký počet otázok.

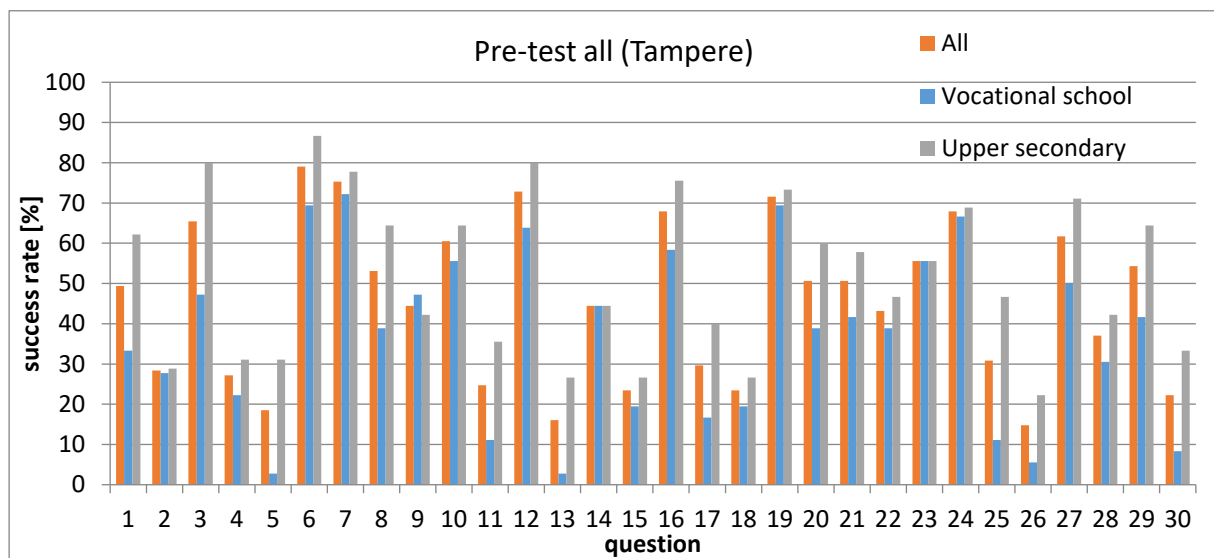
Pre-test v Tampere sa uskutočnil začiatkom semestra 2014 na prvej prednáške z fyziky v dvoch rôznych skupinách študentov. Študenti odpovedali pomocou papierovej formy testu. Test trval asi 40 minút. Na test odpovedalo 81 študentov študujúcich odbor IKT. 36 z odpovedajúcich študentov pochádzalo z prostredia odbornej školy a 45 z odpovedajúcich študentov pochádzalo z vyššej strednej školy.

Percentuálne podiely správnych odpovedí študentov na jednotlivé otázky sú uvedené na obr. 30 a obr. 31 (HOCKICKO, TIILI, 2015). Existuje niekoľko otázok, pri ktorých majú

študenti veľa chybných predstáv. Odpovede budia dojem, že študenti môžu mať hneď na začiatku štúdia vážne problémy s elementárnou fyzikou.



Obr. 30 FCI – Pre-test (UNIZA)



Obr. 31 FCI – Pre-test (Tampere UAS)

V porovnaní s výsledkami jednotlivých otázok medzi UNIZA a Tampere UAS je rozdelenie percentuálnych podielov správnych odpovedí na obr. 30 a obr. 31 (HOCKICKO, TIILI, 2015) dosť podobné. Študenti univerzity v Tampere majú celkovo vyššie percentuálne podiely, ale zdá sa, že rovnaké otázky spôsobujú ťažkosti študentom oboch univerzít. To potvrdzuje pozorovanie, že konceptuálne chápanie mechaniky je v rôznych krajinách relatívne podobné.

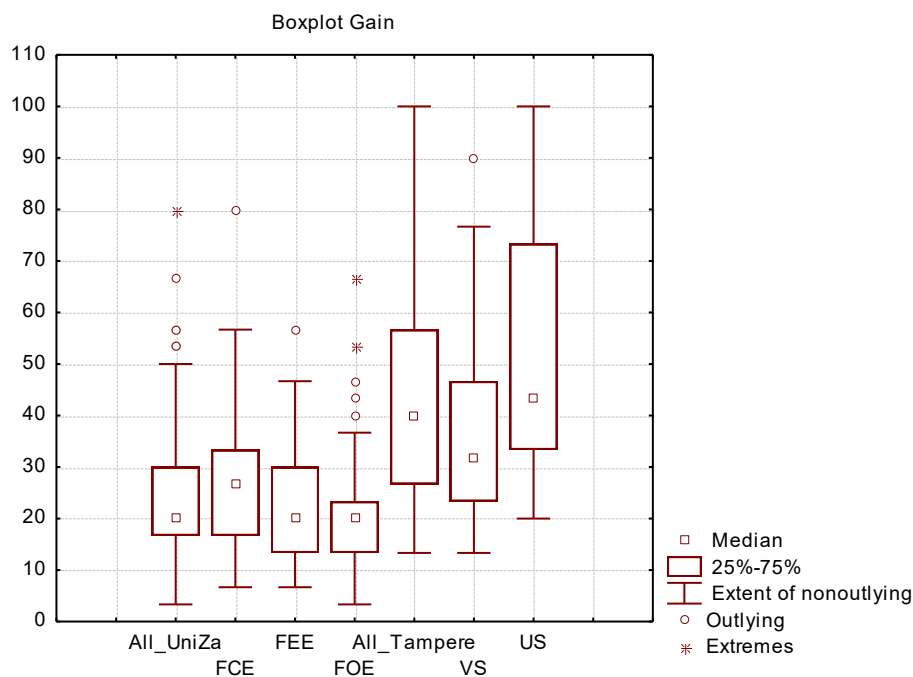
Na obr. 30 (pre-test na UNIZA) je prezentované, že existujú rozdiely vo výsledkoch pre-testoch FCI medzi študentmi, ktorí majú rôzne vzdelanie. Študenti Fakulty prevádzky

a ekonomiky dopravy a spojov UNIZA nemali na odbornej škole absolvovaný žiadny povinný kurz fyziky. Študenti Stavebnej fakulty UNIZA majú za sebou 1 – 2 hodiny fyziky za týždeň po dobu 1 – 2 rokov.

Na obr. 31 (HOCKICKO, TIILI, 2015) (pre-test v Tampere UAS) sa ukazuje, že existuje zreteľný rozdiel vo výsledkoch testov FCI medzi študentmi, ktorí majú rôzne vzdelanie a navštevovali buď odbornú školu alebo vyššiu strednú školu, takmer pri všetkých otázkach, najmä pri 13, 26 a 30.

Otázky, pri ktorých sa študenti stretávali s väčšími problémami na oboch univerzitách, sú otázky 2, 4, 5, 11, 13, 15, 17, 18, 25, 26, 30.

Celková úspešnosť študentov v pre-teste FCI (UNIZA a Tampere UAS) je znázornená vo forme krabicových diagramov na obr. 32 (HOCKICKO, TIILI, 2015). Z obr. 32 je zrejmé, že študenti Tampere UAS majú zreteľne vyššie skóre v FCI pre-teste.



Obr. 32 Krabicové diagramy a porovnanie úspešnosti v pre-teste medzi UNIZA a Tampere UAS (FCE – SvF, FEE – EF, FOE – PEDaS, VS – odborná škola, US – vyššia stredná škola)

Študenti, ktorí boli súčasťou výskumu v akademickom roku 2015/2016, boli všetci študenti prvého ročníka, ktorí práve začali svoje štúdium na univerzite. Študentmi Žilinskej univerzity boli študenti Elektrotechnickej fakulty (EF) UNIZA, ktorých cieľom je získať odborné bakalárske vzdelanie. Študenti z Tampere UAS študovali buď inžinierstvo IKT, strojárstvo, stavebníctvo, inžinierstvo vozidiel s cieľom získať odborné bakalárske vzdelanie.

Rovnaký dotazník FCI vrátane hodnotenia dôveryhodnosti pre každú otázku, preložený v materinskom jazyku študentov, bol študentom poskytnutý na začiatku semestra (pre-test) a na konci semestra (post-test) prvého kurzu základnej fyziky v zimnom semestri 2015. Na Žilinskej univerzite to bol kurz Úvod do fyziky, ktorý je organizovaný v prvom semestri počas 13 týždňov. Týždenný rozsah predmetu 2 - 1 - 0 (prednášky – cvičenia – laboratorne cvičenia). Kurz je zameraný na opakovanie poznatkov zo strednej školy - príprava na štúdium vysokoškolskej fyziky. Hlavnými cieľmi kurzu bolo:

1. Získanie vedomostí o základných fyzikálnych princípoch, veličinách, javoch a ich jednoduchom opise s využitím matematického aparátu na úrovni strednej školy.
2. Použitie získaných vedomostí pri riešení jednoduchých fyzikálnych problémov.
Naučiť sa používať vhodný matematický aparát vo fyzike.

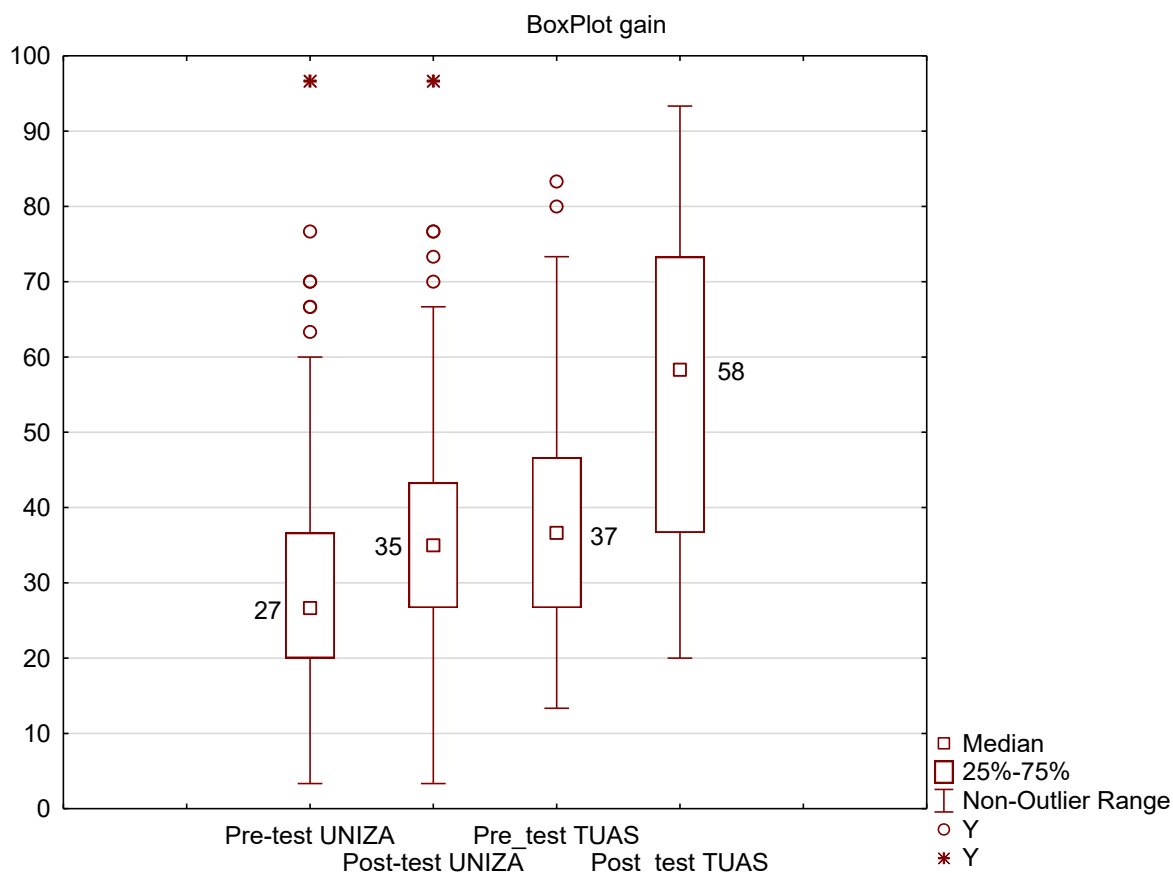
Obsahom kurzu Úvod do fyziky nebola len mechanika, ale aj časti termodynamiky a elektriny. Po kurze Úvod do fyziky v nasledujúcich semestroch študenti absolvujú kurz Fyzika 1 a Fyzika 2. Prebiehajúci kurz Fyzika 1 zahŕňa aj mechaniku. V Tampere UAS medzi pre-testom a post-testom prebiehal kurz nazvaný Mechanika. Obsah kurzu zahŕňa dynamiku tuhého telesa translačného a rotačného pohybu, zákony zachovania energie a zákony zachovania impulzu a hybnosti. Kurz trval 6 týždňov s celkovým vyučovacím časom 36 hodín. Vzhľadom na to, že odpoveď bola dobrovoľná a niektorí respondenti ponechali niektoré otázky nezodpovedané, počet odpovedí vo výpočtoch výsledkov bol nižší.

Celkový počet odpovedí, ktoré mohli byť spárované (rovnaká osoba vykonala pre- a post-test), bolo 172 na EF UNIZA a 86 na UAS Tampere. Medzi testami boli študenti na EF UNIZA vyučovaní pomocou tradičných metód a študenti v Tampere UAS boli vyučovaní takým spôsobom, ktorý zahŕňal aj interaktívne metódy.

Počet správnych odpovedí sa zlepšil na oboch univerzitách, ale zlepšenie bolo menšie, ako sa očakávalo. Percentuálny podiel správnych odpovedí v pre-testoch a v post-testoch na EF UNIZA Žilina a UAS Tampere je prezentovaný ako krabicový diagram na obr. 33 (TIILI A KOL., 2016).

Z obr. 33 vyplýva, že tam, kde končia na konci semestra študenti EF UNIZA, na zhruba danej úrovni (presnejšie povedané – o niečo vyššej) začínajú študenti UAS v Tampere. Na konci semestra medián TUAS dosahuje hodnotu zhruba 60 %.

Ďalším spôsobom, ako porovnať výsledky vzdelávania medzi univerzitami, je vypočítať časť normalizovaného zisku. Dosiahnutý zisk na EF UNIZA bol 10 %, na UAS v Tampere bol 27 %.



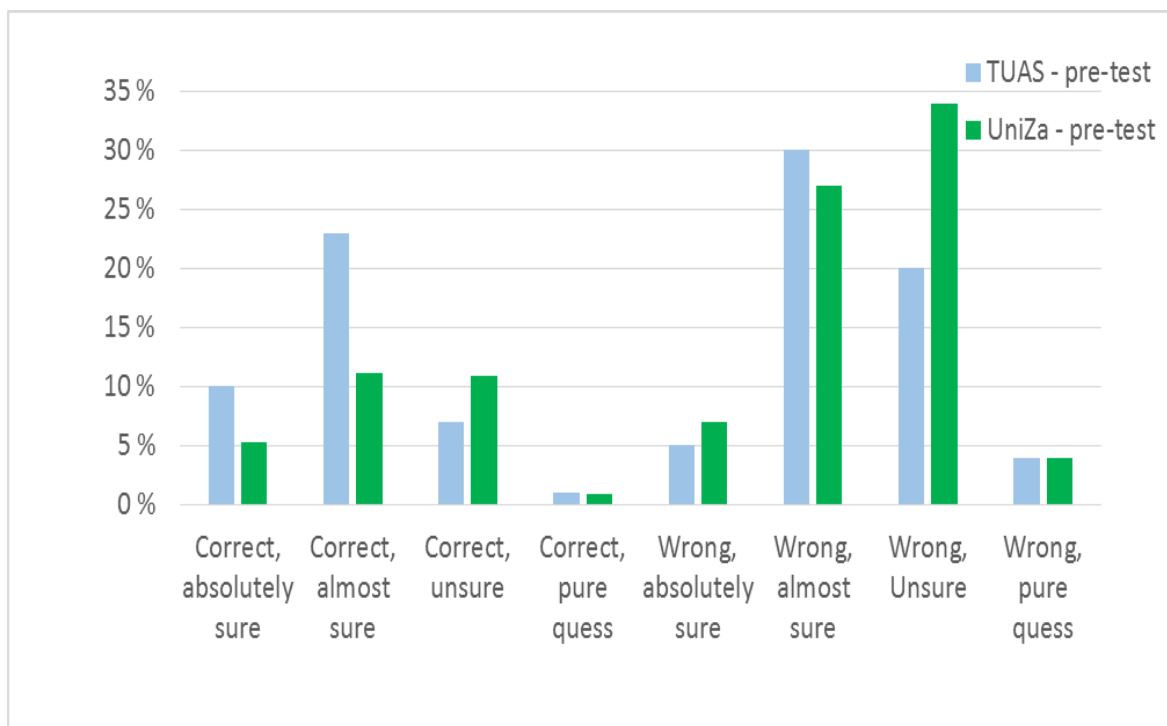
Obr. 33 Krabicový diagram pre-testu a post-testu FCI výsledkov

V ďalšom kroku bolo potrebné analyzovať nielen množstvo správnych odpovedí, ale aj dôveryhodnosť správnych odpovedí študentov. V ideálnom prípade by sa malo nielen zvýšiť množstvo správnych odpovedí, ale tiež by sa mala zlepšiť dôvera v to, že odpoveď ktorá je uvedená, je správna alebo nie. Rozdelenie dôveryhodnosti odpovedí študentov v pre- a post-teste z oboch vysokých škôl je uvedené na nasledujúcich obrázkoch. Na nasledujúcich obrázkoch istota znamená vlastnú istotu študentov ku správnosti odpovedí.

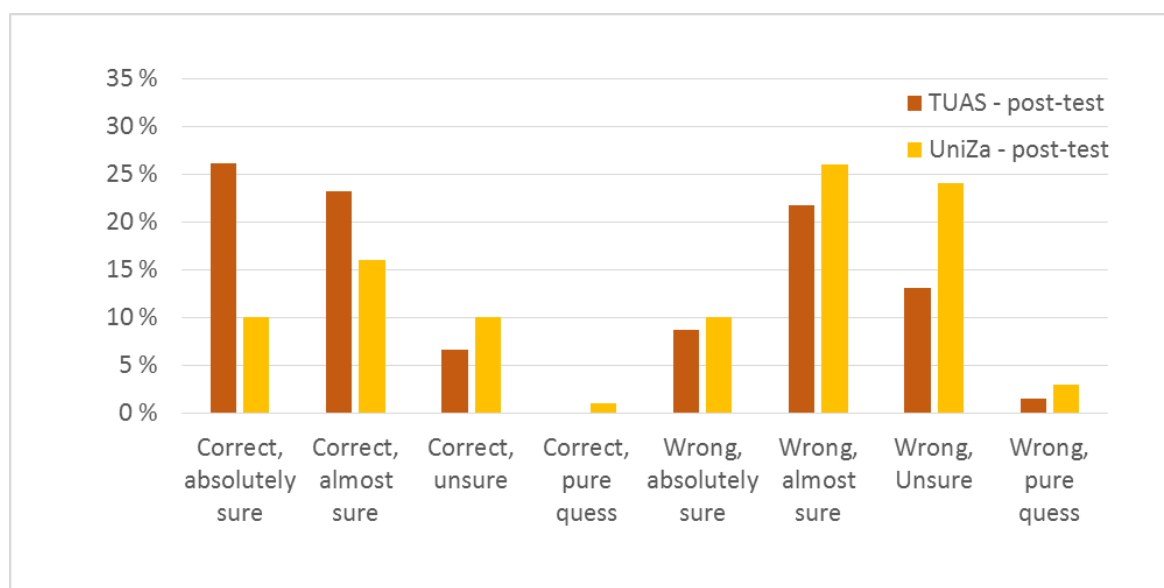
Dôveryhodnosť v pre-teste a post-teste na EF UNIZA zobrazená na obr. 34 (TIILI A KOL., 2016), poukazuje na to, že v pre-teste sú rozdiely dôveryhodnosti napriek správnosti odpovedí veľmi podobné. Na rozdiel od Tampere UAS, v post-teste podobnosť v rozdelení dôveryhodnosti na UNIZA pretrváva. Na porovnanie rozdelenia dôveryhodnosti odpovedí študentov medzi vysokými školami uvádzame na obr. 35 dôveryhodnosť oboch univerzít v pre-teste a na obr. 36 v post-teste (TIILI A KOL., 2016).



Obr. 34 Graf distribúcie istoty – porovnanie pre EF UNIZA - pre-post-test



Obr. 35 Graf distribúcie istoty – porovnanie pre EF UNIZA a TUAS - pre-test



Obr. 36 Graf distribúcie istoty – porovnanie pre UNIZA a TUAS - post-test

Na obr. 35 možno vidieť rozdelenie dôveryhodnosti v pre-teste na oboch vysokých školách. Študenti UAS v Tampere hodnotia svoju dôveru v správnosť odpovedí o niečo vyššie ako študenti EF UNIZA v porovnaní so skutočnou správnosťou odpovedí.

Na obr. 36 možno vidieť, že rozdelenie dôveryhodnosti správnosti odpovedí študentov v post-teste sa medzi univerzitami líši. Rozdelenie UAS v Tampere je určite vychýlené smerom k vyššej dôvere k ich správnym odpovediam, zatiaľ čo rozdelenie správnych odpovedí na EF UNIZA zostáva normálne rozdelené a je porovnateľné s rozdelením nesprávnych odpovedí. Rozdelenie dôveryhodnosti medzi nesprávnymi odpoveďami je medzi univerzitami tvarovo podobné, viac ale nesprávnych odpovedí je na strane EF UNIZA.

Študenti UAS Tampere dosahujú v porovnaní s EF UNIZA lepšie študijné výsledky. Toto môže byť čiastočne vysvetlené používaním aktívnych metód na UAS Tampere, nakoľko kurz v Tampere UAS je viac sústredený na pojmy mechaniky. Je tiež pozoruhodné, že účasť na prednáškach na UNIZA bola nízka. Návrhy na zlepšenie situácie sú podobné alebo paralelné s návrhmi, ktoré už boli diskutované (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, PAŽICKÁ, 2015). Lepšie výsledky konceptuálneho chápania študentov v mechanike je možné dosiahnuť využitím viacerých interaktívnych metód v priebehu štúdia počas predmetu Úvodu do fyziky (PINXTEN, HOCKICKO, 2016).

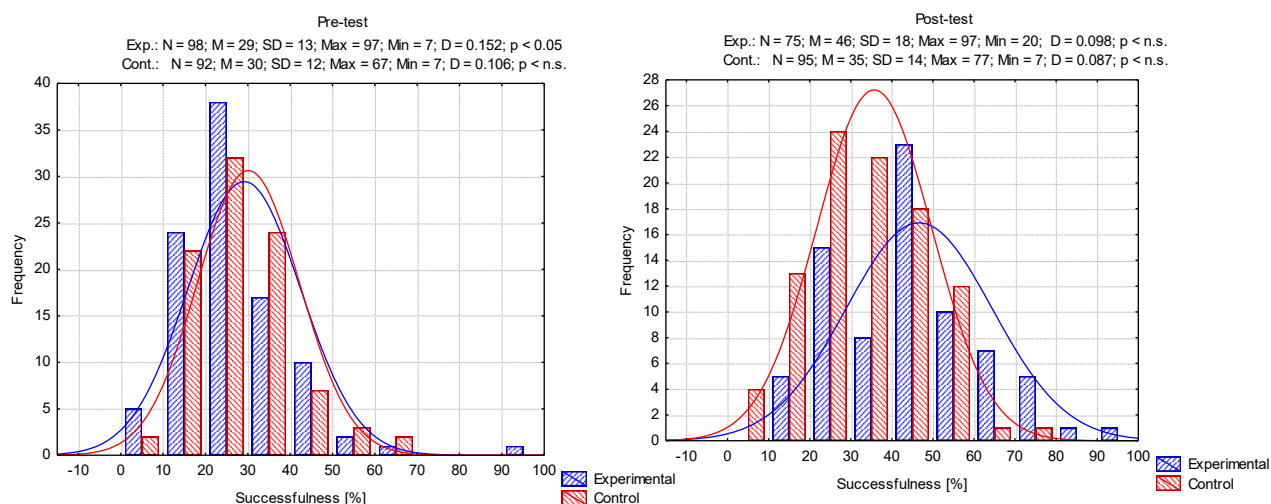
Hodnotenie dôveryhodnosti, v rámci ktorého študenti hodnotia, ako sú si istí, že ich odpoveď je správna, poskytuje ďalší pohľad na hodnotenie zručností študentov. V pre-teste sa odhaľuje, do akej miery je hlboká prekonceptia študenta a v post-teste sa poukazuje už na hodnotenie hĺbky vedomostí študentov. Posúdenie dôveryhodnosti sa považuje za dôležitý nástroj na zvýšenie schopnosti študentov posúdiť správnosť svojich vedomostí.

Náš výskum poukázal na skutočnosť, že študenti majú ťažkosti s pochopením základných pojmov z mechaniky pri nástupe na univerzitu. Poznanie vzťahov medzi pojmami, fyzikálnymi princípmi a reálnym svetom je často slabé. V budúcnosti by bolo dobré porovnávať odpovede a dôveru jednotlivých otázok. Predpokladá sa, že existujú určité otázky, v ktorých študenti majú veľa chybných predstáv – prekoncepce a po semestri mylné predstavy – miskoncepcie. V tomto prípade môže použitie predbežných konceptuálnych testov, ktoré zahŕňajú hodnotenie dôvery, pomôcť lektorovi preplánovať obsah kurzu. Viac prednášok alebo interaktívne aktivity na prednáškach je vhodné použiť hlavne pri témach, pri ktorých študenti majú najviac nesprávnych predstáv. Zvlášť pri tých, v ktorých sú študenti absolútne istí, že ich nesprávne odpovede sú správne.

2.3.3 Využitie interaktívnych prednášok a VAS metódy

Začiatkom akademického roka 2016/2017 bol študentom Elektrotechnickej fakulty UNIZA daný Force Concept Inventory (FCI) test zameraný na zistenie úrovne doterajších fyzikálnych poznatkov. Pre-test test sa uskutočnil na začiatku semestra počas prvého týždňa a zúčastnilo sa ho 190 študentov. Post-test bol vykonaný na konci semestra (13. týždeň po semestrálnom kurze Úvod do fyziky) a zúčastnilo sa ho 170 študentov.

Študenti boli náhodne rozdelení do dvoch skupín - experimentálna (pre-testu sa zúčastnilo 98 študentov / post-testu sa zúčastnilo 75 študentov) a kontrolná skupina (pre-testu sa zúčastnilo 92 študentov / post-testu sa zúčastnilo 95 študentov). Do experimentálnej skupiny sa zapojili iba tí študenti, ktorí sa na prednáškach zúčastňovali aktívne. Prednášky pre experimentálnu skupinu boli vedené interaktívnym spôsobom zameraným na využitie videozáznamov z praxe týkajúcich sa danej témy. Všetky videá boli analyzované pomocou programu Tracker (metódou VAS – videoanalysis and simulations). V kontrolnej skupine sa prednášky viedli tradičným spôsobom. Študenti oboch skupín sa zúčastnili povinných seminárov z výpočtovej fyziky. Predmet Úvod do fyziky pozostával z 2 - 1 - 0 (prednášky - cvičenia - laboratóriá) lekcii týždenne, prezenčného štúdia. Semester pozostával z 13 týždňov. Experimentálna aj kontrolná skupina mali dve hodiny týždenne, čo za každý semester predstavuje 26 hodín pre každú skupinu. Jediný rozdiel medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou bol v tom, že študenti z experimentálnej skupiny absolvovali 26 interaktívnych hodín, zatiaľ čo študenti z kontrolnej skupiny absolvovali 26 klasických hodín.



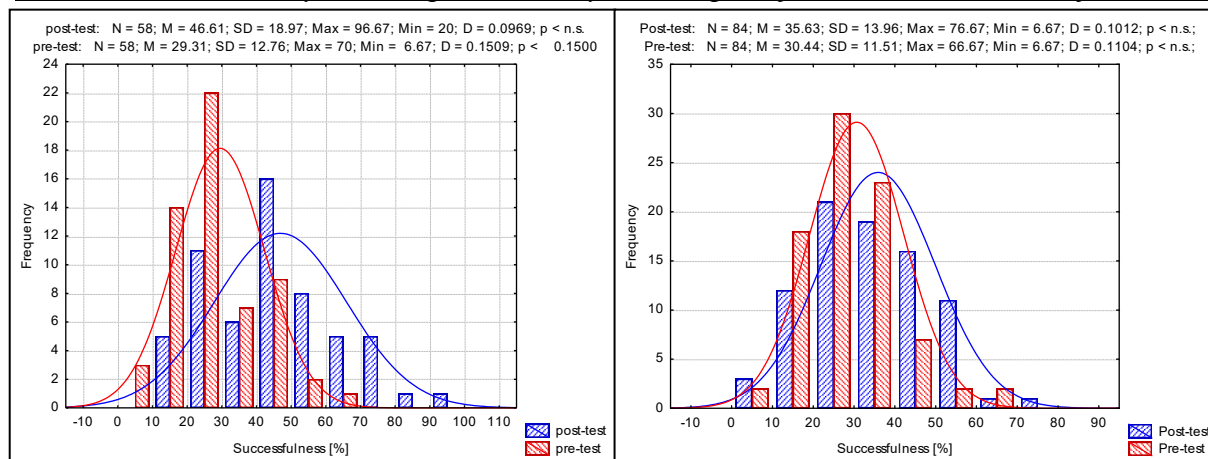
Obr. 37 Pre-test a post-test experimentálnej a kontrolnej skupiny (EF 2016/2017)

Tab. 11 Pre-test: F-test a t-test, Post-test: F-test a t-test (EF 2016/2017)

	Pre-test		Post-test	
	Experimental	Control	Experimental	Control
Mean	28,95	29,93	46,36	35,47
Variance	176,31	143,58	313,27	193,83
Observations	98	92	75	95
df	97	91	74	94
F	1,23		1,62	
P(F<=f) one-tail	0,16		0,014	
F Critical one-tail	1,41		1,43	
Pooled Variance	160,47		-	
Hypothesized Mean Difference	0		0	
df	188		138	
t Stat	-0,53		4,36	
P(T<=t) one-tail	0,30		1,24E-05	
t Critical one-tail	1,65		1,66	
P(T<=t) two-tail	0,59		2,48E-05	
t Critical two-tail	1,97		1,98	

Tieto výsledky (obr. 37, tab. 11) (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, SRŠNÍKOVÁ, 2017, SEFI CONFERENCE) naznačujú, že na začiatku semestra nie je štatisticky významný rozdiel v priemernom skóre FCI v pre-teste experimentálnej a kontrolnej skupiny.

Avšak výsledky v post-test naznačujú, že existuje štatisticky významný rozdiel v priemere FCI skóre experimentálnej a kontrolnej skupiny na konci semestra.



Obr. 38 Párový Studentov t-test pre experimentálnu a kontrolnú skupinu (EF 2016/2017)

Tab. 12 Párový t-test pre experimentálnu a kontrolnú skupinu (EF 2016/2017)

	Experimental group		Control group	
	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test
Mean	46,61	29,31	35,63	30,45
Variance	360,04	162,87	194,91	132,47
Observations	58	58	84	84
Pearson Correlation	0,69		0,65	
Hypothesized Mean Difference	0		0	
df	57		83	
t Stat	9,57		4,35	
P(T<=t) one-tail	9,30E-14		1,94E-05	
t Critical one-tail	1,67		1,66	
P(T<=t) two-tail	1,86E-13		3,87E-05	
t Critical two-tail	2,00		1,99	

Vyhodnotenie post-testu a pre-testu experimentálnej skupiny na začiatku a na konci semestra (obr. 38, tab. 12) (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, SRŠNÍKOVÁ, 2017, SEFI CONFERENCE) potvrdilo štatisticky významný rozdiel medzi priemerom na začiatku a na konci semestra.

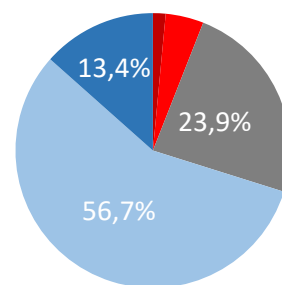
Vyhodnotenie post-testového a pre-testového skóre kontrolnej skupiny na začiatku a na konci semestra (obr. 38, tab. 12) potvrdilo štatisticky významný rozdiel aj medzi priemerom na začiatku a na konci semestra, ale p-hodnota je v prípade experimentálnej skupiny nižšia.

Konečná úspešnosť kurzu Úvod do fyziky v akademickom roku 2016/17 bola 86 % (45 % výsledkov skúšky bolo so stupňom E); 70 % prvákov splnilo požiadavky z predmetu Matematika 1. Študenti, ktorí sa tento semester aktívne zúčastnili prednášok z predmetu Fyzika 1 po absolvovaní kurzu Úvod do fyziky, dosiahli v priemere úroveň 60 % skóre FCI.

Na overenie hypotézy, či sa postoj študenta k učeniu fyziky zmení po absolvovaní interaktívnych prednášok počas štúdia fyziky, bol použitý dotazník. Použili sme 5-bodovú stupnicu typu Likert. Formát päťstupňovej Likertovej škály bol 1 pre výrazný nesúhlas, 3 pre ani nesúhlas alebo ani súhlas a 5 znamenal výrazný súhlas. Dotazník bol administrovaný elektronicky a odpovedalo na neho 134 študentov. Výsledky troch otázok sú zobrazené v grafoch uvedených nižšie (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, G., SRŠNÍKOVÁ, 2017).

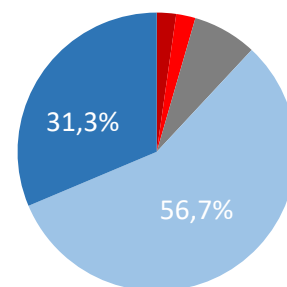
Povzbudili vás videoanalýzy k ďalšiemu štúdiu fyziky?

výrazný nesúhlas	2	1,5 %
nesúhlas	6	4,5 %
ani nesúhlas alebo ani súhlas	32	23,9 %
súhlas	76	56,7 %
výrazný súhlas	18	13,4 %



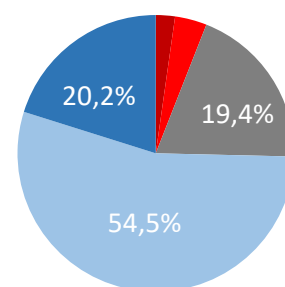
Pomohli vám videoanalýzy lepšie pochopiť fyzikálne zákony?

výrazný nesúhlas	3	2,2 %
nesúhlas	3	2,2 %
ani nesúhlas alebo ani súhlas	10	7,5 %
súhlas	76	56,7 %
výrazný súhlas	42	31,3 %



Pomohli vám videoanalýzy zlepšiť postoj ku štúdiu fyziky?

výrazný nesúhlas	3	2,2 %
nesúhlas	5	3,7 %
ani nesúhlas alebo ani súhlas	26	19,4 %
súhlas	73	54,5 %
výrazný súhlas	27	20,2 %



Obr. 39 Videoanalýzy a postoj k ďalšiemu štúdiu fyziky

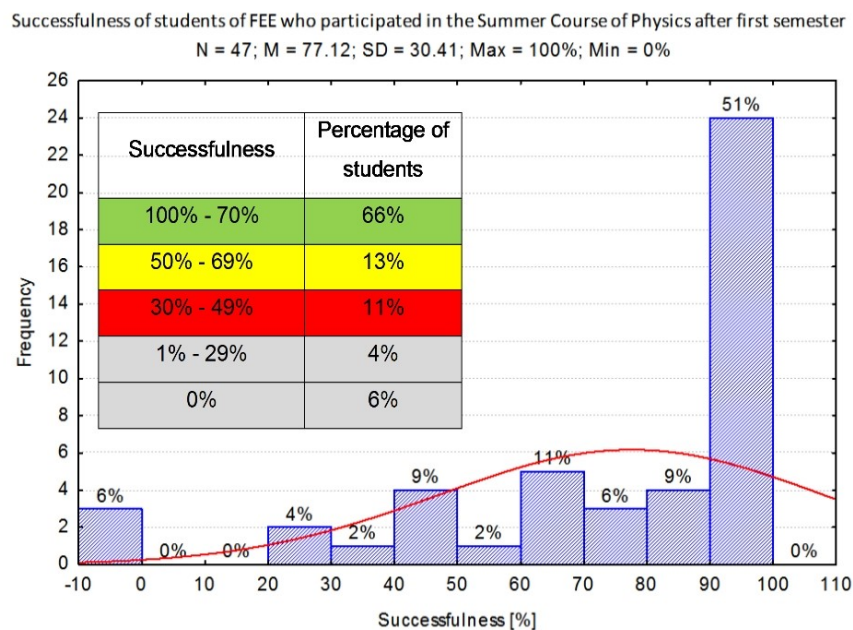
Vyššie uvedené grafy ukazujú, že 70,1 % prvákov súhlasí s tým, že videoanalýza použitá pri interaktívnych prednáškach ich povzbudzuje k ďalšiemu štúdiu fyziky a iba 6 % s týmto tvrdením nesúhlasí.

Videoanalýza navyše pomohla 88 % študentov porozumieť fyzikálnym javom, takže sa im podarilo zbaviť frustrácie z neporozumenia a vďaka tomu si 74,7 % študentov zlepšilo

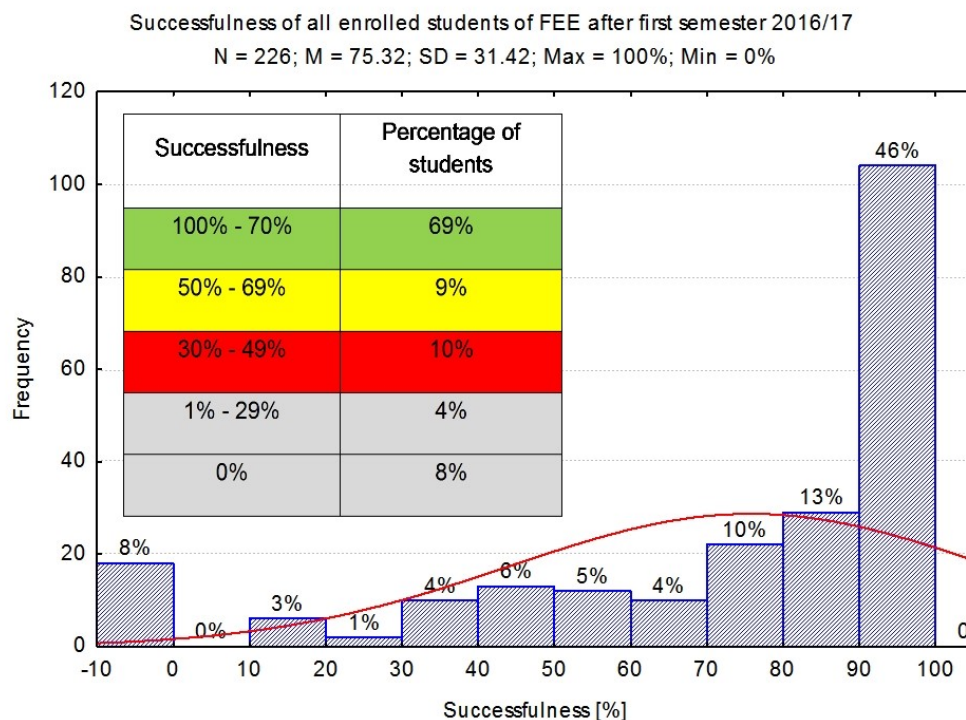
svoj prístup k štúdiu fyziky. Pozitívny vzťah k štúdiu fyziky považujeme za kľúčový ukazovateľ budúcich akademických výsledkov, pretože ak majú študenti pozitívny vzťah k tomuto predmetu, majú mentálnu klímu vedúcu k lepšiemu si osvojeniu a chápaniu zákonov a javov, a takto môžu ľahšie prekonať výraznú priepasť v ich vedomostiach z fyziky.

2.3.4 Analýza úspešnosti študentov prvého ročníka EF UNIZA

Nasledujúci obr. 40 ukazuje porovnanie úspešnosti prvákov, ktorí sa zúčastnili letného Kurzu fyziky, v porovnaní s úspešnosťou všetkých zapísaných študentov na EF po prvom semestri 2016/17 (obr. 41). Do akej miery je tento nástroj účinný pri zvyšovaní vedomostí a formovaní postojov študentov prichádzajúcich študovať na univerzitu, ukáza až ďalšie výskumy a porovnania v nasledujúcich rokoch. Výsledky uvedené na obr. 40 a obr. 41 (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2018, SEFI CONFERENCE) v akademickom roku 2016/17 sa ukazujú ako porovnateľné. Na druhej strane v kombinácii s inými intervenciami, ako sú atraktivnosť interaktívnych metód a využitie spätnej väzby, môže byť jedným z kľúčových nástrojov. Na základe uvedených tabuliek v obrázkoch, je ohrozených iba 22 % študentov; miera predčasného ukončenia školskej dochádzky v akademických rokoch 2013/14, 2014/15, 2015/16 však bola približne 33 – 47 % (tab. 8).



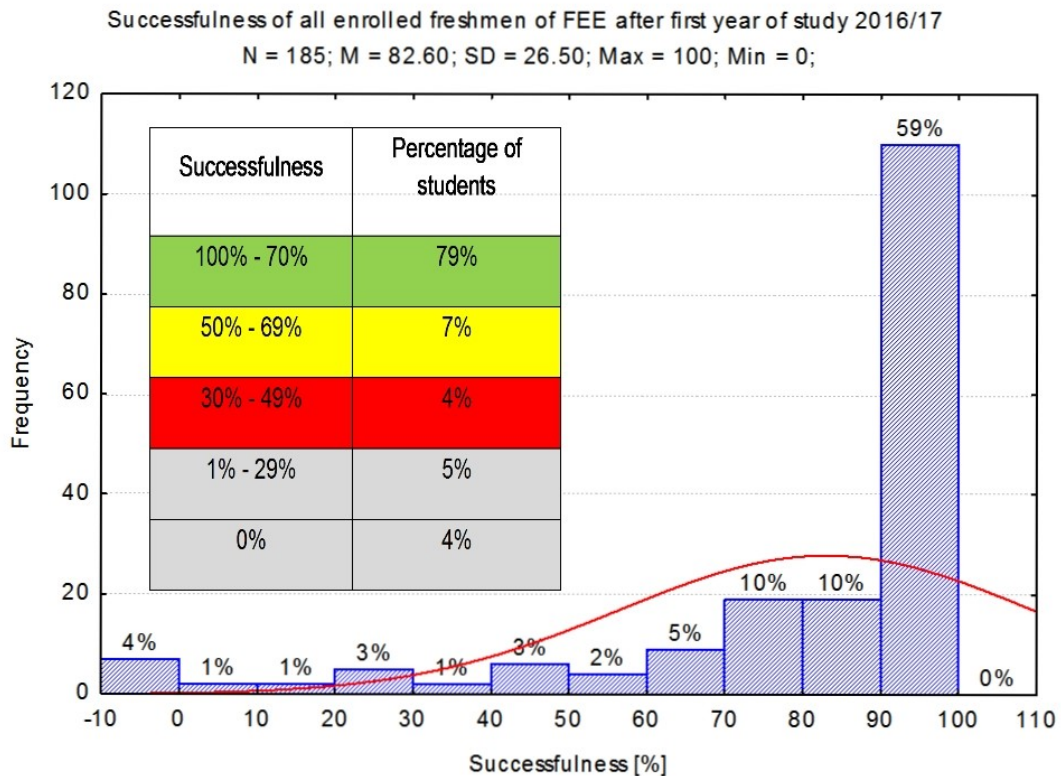
Obr. 40 Úspešnosť študentov EF po prvom semestri, ktorí sa zúčastnili letného Kurzu fyziky (2016/17)



Obr. 41 Úspešnosť všetkých zapísaných študentov EF po prvom semestri (2016/17)

Na záver obr. 42 (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2018, SEFI CONFERENCE) ukazuje úspešnosť všetkých študentov (185) na EF po prvom roku štúdia 2016/17. Miera predčasného ukončenia štúdia na EF 2016/17 po letnom Kurze fyziky, interaktívnych prednáškach z fyziky s využitím metódy videoanalýz a simulácií (VAS) problémových úloh a taktiež aj implementácia ďalších intervenčných akademických zásahov do nášho vzdelávacieho systému (tutor, veľký brat / sestra) sa na EF znížila na 24 %.

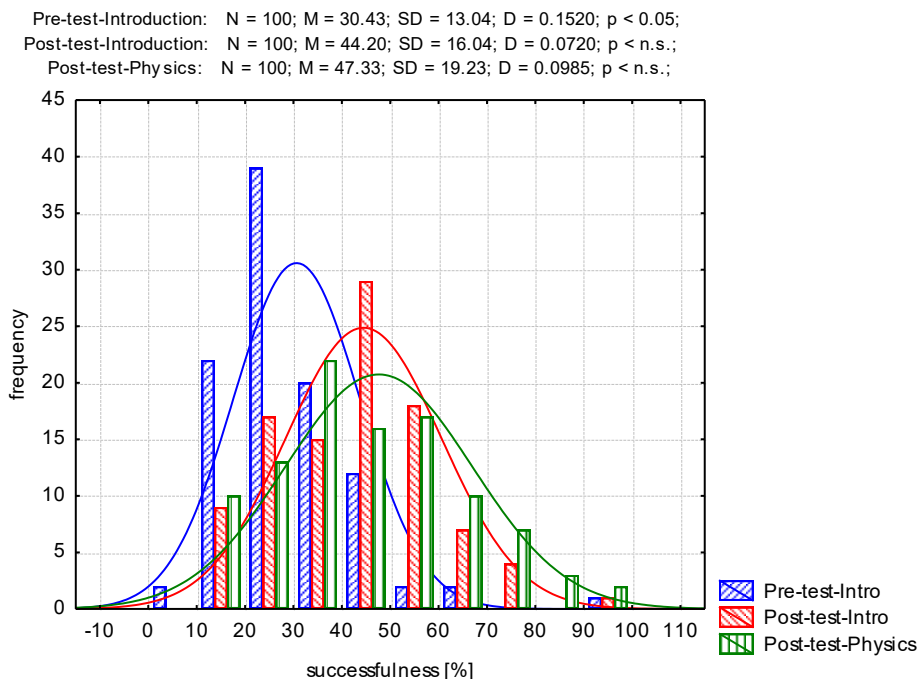
Semafor vo farbách na obr. 40, obr. 41 a obr. 42 naznačuje, aké percento je študentov bezproblémových (zelená farba), koľko percent študentov potrebuje pomôcť (žltá farba) a koľkí nutne potrebujú pomoc (červená farba). Ako môžete vidieť na obrázku obr. 42, 79 % študentov (zelených) nepotrebuje osobitnú pozornosť. Sú schopní plniť si svoje povinnosti. 7 % študentov (žltých) musí byť tlačenejších k tomu, aby študovali viac, 4 % študentov (červených) potrebuje naše vedenie a plnú pozornosť. Je nevyhnutné „chytiť ich za ruku“ a viesť. 9 % študentov (sivých) nevenovalo pozornosť štúdiu a neskúšalo ani absolvovanie písomnej alebo ústnej skúšky kvôli získania kreditu. (41 študentov (18 %) predčasne ukončilo štúdium počas 1. a 2. semestra.)



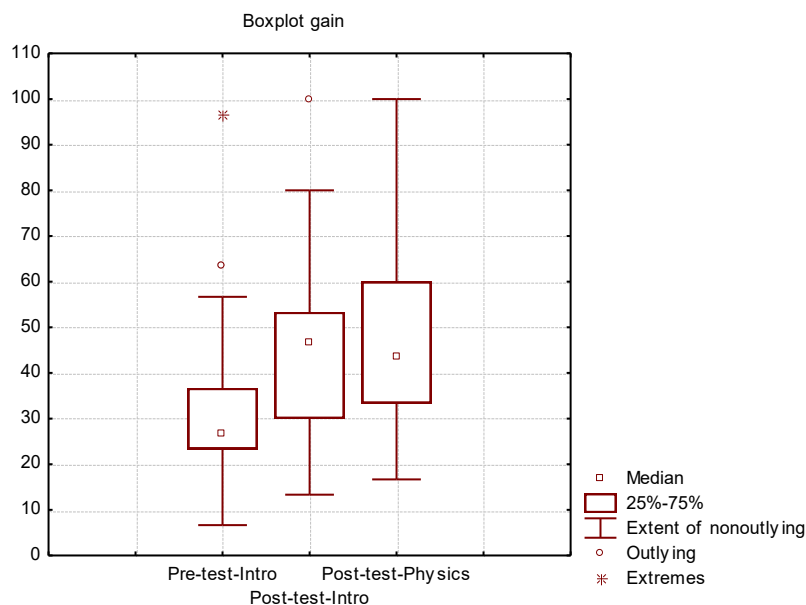
Obr. 42 Úspešnosť všetkých zapísaných študentov EF po prvom roku štúdia (2016/17)

Na ďalšiu analýzu sme použili párovaný Studentov t-test. Použili sme iba odpovede tých študentov, ktorí sa zúčastnili v pre- a post-testoch, a odpovedali na všetky otázky. V dôsledku párovania sa počet študentov znížil na 100.

Priemerná úspešnosť (obr. 43) (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2018, SEFI CONFERENCE) 100 študentov v pre-teste FCI bola $M = 30,43\%$ a priemerná úspešnosť študentov v FCI post-teste po absolvovaní predmetu Úvod do fyziky bola $M = 44,20\%$. Po predmete Fyzika I bola $M = 47,33\%$. Prekvapuje nás, že stredná hodnota v post-teste FCI po absolvovaní predmetu Fyzika I je o niečo nižšia ako po absolvovaní kurzu Úvod do fyziky, obr. 43 a obr. 44 zobrazujú výsledky FCI pre-testu a post-testu. Za zmienku stojí, že 25 % študentov po absolvovaní predmetu Fyzika I dosiahlo v FCI post-teste úspešnosť cez 60 %.



Obr. 43 Pre-test, post-test po Úvode do fyziky a Fyziky I (2016/17)



Obr. 44 Krabicový diagram pre pre-test, post-test Úvod do fyziky a post-test Fyzika (2016/17)

Vyhodnotenie pre-testov a post-testov na začiatku a na konci 1. a 2. semestra akademického roku 2016/17 (obr. 44) (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2018, SEFI CONFERENCE) potvrdilo štatisticky významný rozdiel medzi priemerom na začiatku a na konci 1. semestra ($P < 0,001$, $t\text{-Stat} = 9,68 > t\text{-critical} = 1,98$) a medzi priemerom na začiatku a na konci 2. semestra ($P < 0,01$, $t\text{-Stat} = 2,78 > t\text{-critical} = 1,98$). (Post-test na konci 1. semestra sa považoval za pre-test na začiatku 2. semestra).

Na základe získaných údajov nemôžeme konštatovať, že letný Kurz fyziky pomohol eliminovať mieru predčasného ukončenia štúdia. Jediné, čo môžeme potvrdiť je, že sa znížila miera predčasného ukončenia štúdia na UNIZA. Predpokladáme, že miera predčasného ukončenia štúdia sa znížila aj v dôsledku interaktívnych prednášok počas prvého ročníka štúdia.

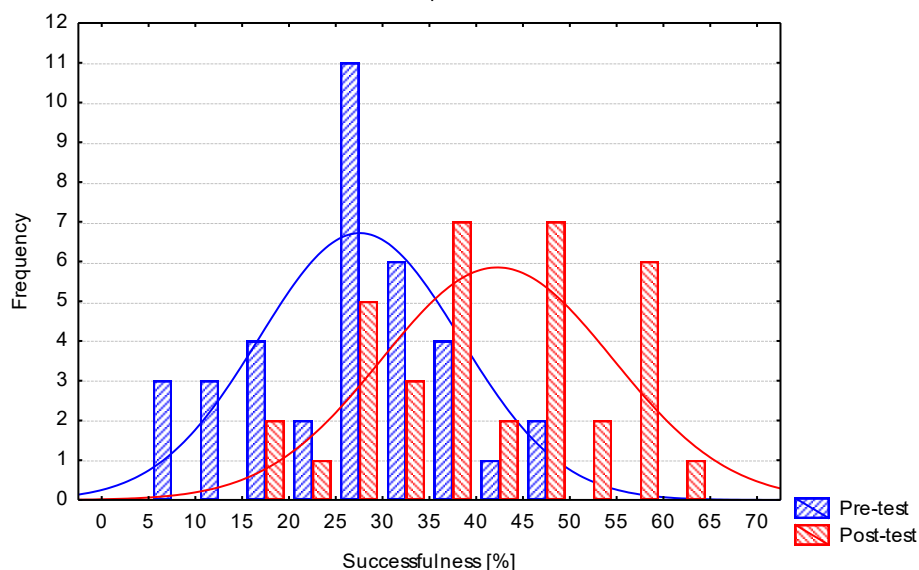
2.3.5 Analýza úspešnosti študentov po absolvovaní letného Kurzu fyziky

V septembri v akademických rokoch 2016/2017, 2017/2018 sa uskutočnil letný Kurz fyziky pred začiatkom zimného semestra. V akademickom roku 2016/2017 sa do predmetu zapísalo 82 budúcich študentov univerzity (študenti Elektrotechnickej fakulty (EF) a Strojníckej fakulty (SjF) UNIZA, z toho 47 budúcich študentov z EF). Na začiatku a na konci Kurzu fyziky bol použitý FCI test na analýzu vstupných a výstupných vedomostí študentov (konceptuálneho pochopenia). Pred-testu FCI sa zúčastnilo 82 študentov, post-testu FCI 38 študentov EF a SjF (iba niektorí boli ochotní vyplniť test aj na konci). Takmer všetci študenti, ktorí sa zúčastnili kurzu fyziky, si zvýšili vedomostnú úroveň. Priemerná percentuálna úspešnosť študentov v pre-teste FCI bola 25,89 % a priemerná percentuálna úspešnosť 38 študentov v post-teste FCI po absolvovaní kurzu fyziky bola 40,94 %. Na ďalšiu analýzu sme použili párový test. Použili sme iba odpovede tých študentov, ktorí odpovedali na všetky otázky a zúčastnili sa pre-testov aj post-testov. V dôsledku párovania sa počet študentov znížil na 36 študentov EF a SjF. Obr. 45 zobrazuje výsledky FCI v pre-teste a post-teste. Priemerná úspešnosť študentov v teste FCI poukazuje na zvýšenú úroveň vedomostí medzi študentmi, ktorí sa zúčastnili Kurzu fyziky (priemerná percentuálna úspešnosť pre-testu bola 27,41 % a v post-teste 42,04 %) (tab. 13, obr. 45) (TARJÁNYIOVÁ, HOCKICKO, 2018, EDULEARN 2018).

Tab. 13 Studentov t-Test: dvojvýberový párový test na strednú hodnotu (2016/2017)

	Post-test	Pre-test
Mean	0,42	0,27
Variance	0,015	0,011
Observations	36	36
Pearson Correlation	0,70	
df	35	
t Stat	9,76	
P(T<=t) one-tail	7,88E-12	
t Critical one-tail	1,69	
P(T<=t) two-tail	1,58E-11	
t Critical two-tail	2,03	

Pre-test: N = 36; M = 27.41; SD = 10.69; Max = 50; Min = 6.67; D = 0.1391;
 p < n.s.;
 Post-test: N = 36; M = 42.04; SD. = 12.27; Max = 63.33; Min = 16.67;
 D = 0.1029; p < n.s.;

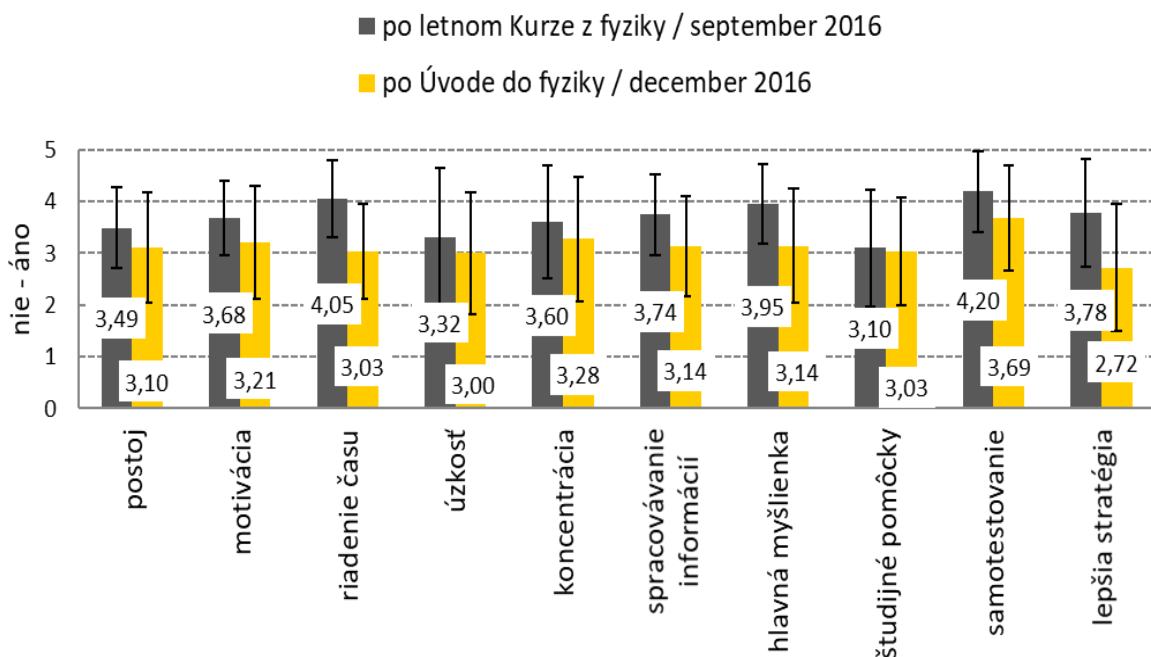


Obr. 45 Histogram FCI pre-testu a post-testu účastníkov letného Kurzu fyziky (2016/2017)

Na konci kurzu sme taktiež zbierali údaje o skúsenostiach a postojoch študentov pomocou online dotazníka. Online dotazník bol doručený 82 študentom, ktorí sa prihlásili na letný kurz. Dostali sme 40 odpovedí od študentov EF, ktorí absolvovali letný Kurz fyziky. Relatívne veľký počet študentov kurz nedokončil, pretože bol časovo náročný (vyplýva to z odpovedí študentov). V dotazníku sme požiadali študentov, aby na 5-bodovej Likertovej škále ohodnotili úlohy a ich riešenia, ktoré boli súčasťou výučby počas letného Kurzu fyziky. Formát päťstupňovej Likertovej škály bol 1 pre výrazný nesúhlas, 3 pre súhlas alebo nesúhlas a 5 znamenal výrazný súhlas. Študenti považovali tento kurz za veľmi užitočný a veľmi dôležitý, ale zároveň o niečo menej užitočný z hľadiska ich ďalšieho štúdia. Študenti označili Kurz fyziky za trochu náročný, čo do istej miery potvrdzoval ich názor na úlohy a ich riešenia, ktoré boli súčasťou výučby počas kurzu. Riešenie úloh z fyziky považovalo 43 % študentov za veľmi užitočné, 45 % za užitočné, 50 % študentov si myslí, že tieto úlohy sú nevyhnutné a 40 % z nich si myslí, že úlohy majú pri učení fyziky dôležité miesto. Výsledkom je, že 40 % študentov si myslí, že úlohy z fyziky sú veľmi dôležité, 45 % ich hodnotí ako dôležité.

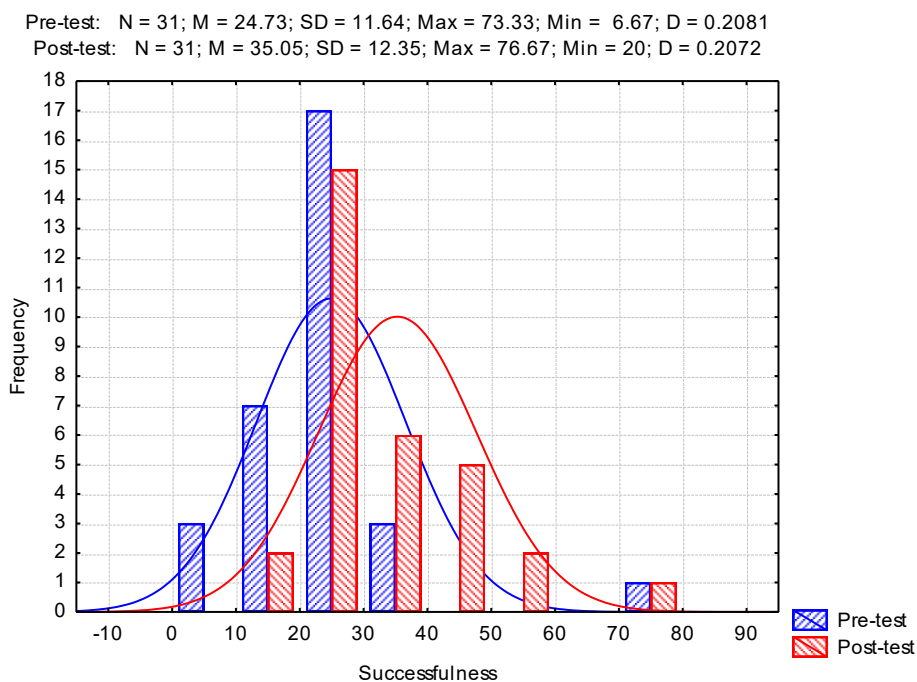
Študenti EF, ktorí sa zúčastnili letného Kurzu fyziky a zároveň sa v prvom semestri zúčastnili Úvodu do fyziky (29 študentov), boli po skončení prvého semestra požiadaní o vyplnenie postojuvého dotazníka. Ako je zrejme z obr. 46 (TARJÁNYIOVÁ, HOCKICKO, 2017), po skončení prvého semestra dochádza k poklesu vo všetkých oblastiach, ako sú

motivácia, koncentrácia, študijné pomôcky atď. Ak porovnáme letný Kurz fyziky s prvým semestrom, musíme brať do úvahy, že študenti boli konfrontovaní s náročnejšími úlohami, rôznymi domácimi úlohami, prípravou na stredné a záverečné testy a všetky tieto aspekty znížili a spestrili ich koncentráciu na štúdium (väčšina z nich ku koncu semestra vynechávala prednášky z fyziky). Na konci semestra mali študenti problémy s riadením času kvôli mnohým povinnostiam; neboli schopní dodržať termíny odovzdania zadania úlohy včas a nedokázali si zvoliť najdôležitejšie informácie s cieľom pripraviť sa na overenie svojich vedomostí.



Obr. 46 Odpovede študentov, ktorí sa zúčastnili letného Kurzu fyziky a Úvodu do fyziky po 1. semestri

V akademickom roku 2017/2018 sa do Kurzu fyziky zapísalo 69 budúcich študentov univerzity (študenti Elektrotechnickej fakulty (EF), Strojníckej fakulty (SjF) a Stavebnej fakulty (SvF) UNIZA, z toho 39 budúcich študentov z EF). Pre-testu FCI sa zúčastnilo 69 študentov, post-testu FCI 31 (len študentov EF). Takmer všetci študenti, ktorí sa zúčastnili letného kurzu, si zvýšili vedomostnú úroveň. Priemerná percentuálna úspešnosť študentov v pre-teste FCI bola 26,28 % a priemerná percentuálna úspešnosť 31 študentov v post-teste FCI po absolvovaní letného kurzu bola 35,05 %. Následne bol vykonaný párový test (31 prvákov EF a SjF, úspešnosť v pre-teste bola 24,73 %, v post-teste 35,05 %) (obr. 47) (TARJÁNYIOVÁ, HOCKICKO, 2018, EDULEARN 2018).



Obr. 47 Histogram párového FCI testu letného Kurzu fyziky na UNIZA v 2017/2018

Tab. 14 Studentov t-Test: dvojvýberový párový test na strednú hodnotu (2017/2018)

	Post-test	Pre-test
Mean	0,35	0,25
Variance	0,015	0,014
Observations	31	31
Pearson Correlation	0,68	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	30	
t Stat	5,99	
P(T<=t) one-tail	7,20E-07	
t Critical one-tail	1,70	
P(T<=t) two-tail	1,44E-06	
t Critical two-tail	2,04	

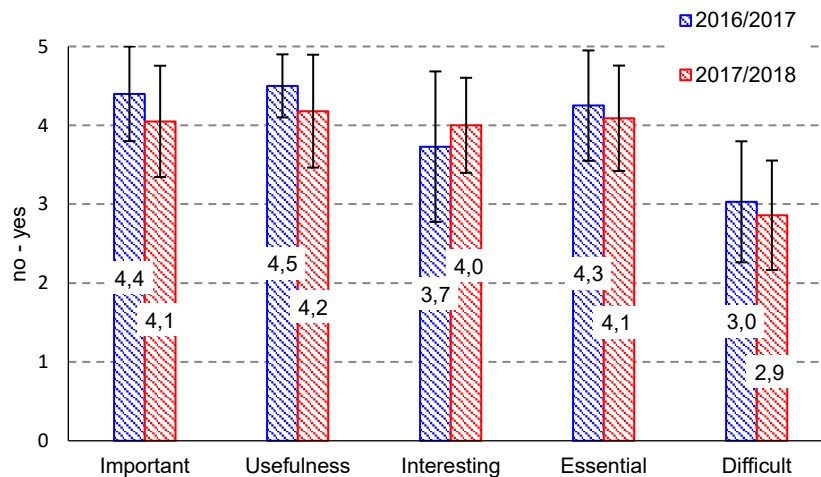
Pred začatím prvého semestra akademického roka 2016/2017 sa letného Kurzu fyziky zúčastnilo iba 38 prvákov z 223 študentov EF. Relatívne veľký počet študentov kurz nedokončil, pretože bol časovo náročný (vyplýva to z odpovedí študentov). V akademickom roku 2017/2018 iba 31 prvákov zo 176 študentov EF sa zúčastnilo Kurzu fyziky.

V oboch akademických rokoch sme na konci kurzu zbierali údaje o skúsenostiach a postojoch študentov pomocou online dotazníka. Dostali sme 40 odpovedí (2016/2017) a 22 odpovedí (2017/2018) od študentov EF, ktorí sa zúčastnili Kurzu fyziky.

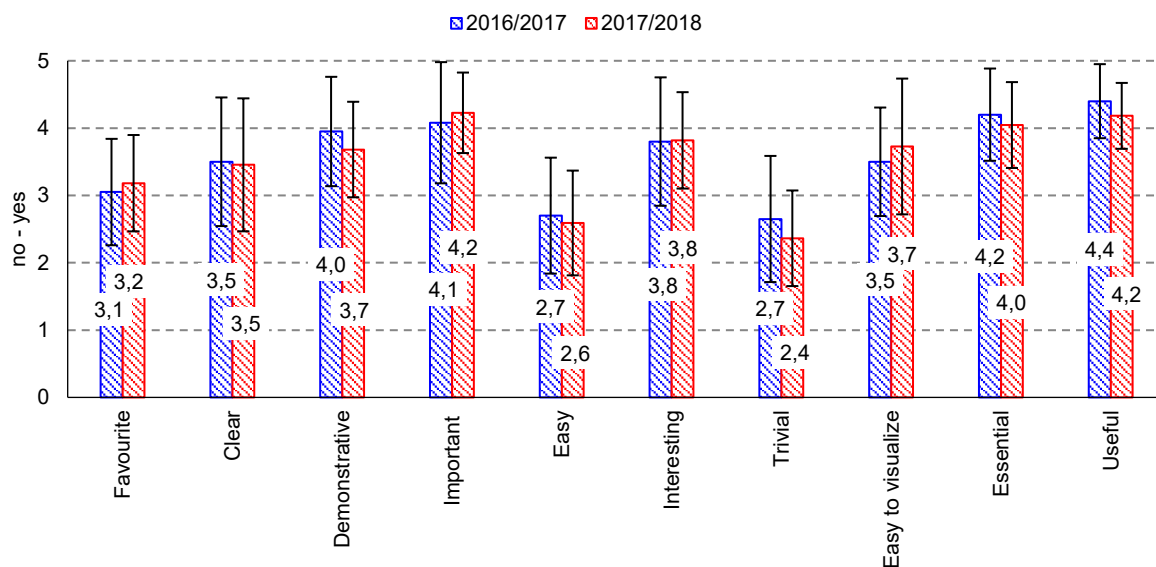
Dotazník bol rozdelený do troch oblastí. Jedna časť dotazníka sa zaoberala fyzikálnymi úlohami a ich riešením. Ďalšou časťou dotazníka bolo hodnotenie letného Kurzu

fyziky a posledná časť dotazníka bola zameraná na prístup študentov k predmetu. V dotazníku sme požiadali študentov, aby na 5-bodovej Likertovej škále ohodnotili úlohy z fyziky a ich riešenia, ktoré boli súčasťou výučby počas samotného letného Kurzu fyziky. Formát päťstupňovej Likertovej škály bol 1 pre výrazný nesúhlas, 3 pre súhlas alebo nesúhlas a 5 znamenal výrazný súhlas.

Ako vidno na obr. 48 (TARJÁNYIOVÁ, HOCKICKO, 2018, EDULEARN 2018), z porovnania výsledkov dotazníka v obidvoch akademických rokoch vyplýva, že študenti považovali Kurz fyziky za veľmi užitočný a veľmi dôležitý, ale zároveň užitočný z hľadiska ich ďalšieho štúdia. Študenti pokladali kurz za trochu náročný. Potvrďuje to skutočnosť, že v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi sú študenti čoraz menej pripravení na štúdium na univerzite. V súhrne môžeme povedať, že riešenie úloh z fyziky považovalo 50 % študentov za užitočné, 35 % za veľmi užitočné. 53 % študentov si myslí, že tieto úlohy sú nevyhnutné, a 35 % z nich si myslí, že úlohy majú pri učení fyziky dôležité miesto. Výsledkom je, že úlohy z fyziky pokladá 37 % študentov za veľmi dôležité, 50 % z nich ich hodnotí ako dôležité. Študenti považujú úlohy z fyziky za zložitejšie a nepodstatnejšie, čo súvisí s nízkou úrovňou ich vedomostí. To by sa mohlo zmeniť, keď dosiahnu minimálnu úroveň požadovaných vedomostí v kurzoch fyziky.



Obr. 48 Hodnotenie Kurzu fyziky z pohľadu študentov na UNIZA v 2016/2017 a 2017/2018



Obr. 49 Hodnotenie fyzikálnych úloh študentmi v rámci Kurzu fyziky v 2016/2017 a 2017/2018

Po absolvovaní kurzu Úvod do fyziky sa skóre FCI študentov EF v akademickom roku 2015/2016 zvýšilo (priemerná úspešnosť v pre-teste bola 29,22 %, v post-teste 36,45 %). V akademickom roku 2016/2017 po absolvovaní kurzu Úvod do fyziky sa tiež zvýšilo skóre FCI (priemerná úspešnosť v pre-teste bola 29,86 %, post-teste 41,10 %). Porovnaním vstupných a výstupných hodnôt testu FCI možno vidieť, že vstupná a výstupná úroveň vedomostí študentov v akademickom roku 2016/2017 je vyššia. V akademickom roku 2015/2016 nemali študenti možnosť rozšíriť si vedomosti z fyziky na letnom Kurze fyziky. Predpokladáme, že účasť študentov na letnom Kurze fyziky môže viesť k zvýšeniu priemernej úspešnosti FCI post-testu (po Úvode do fyziky) v porovnaní s predchádzajúcim akademickým rokom 2015/2016.

V priemere študenti nedosiahli hranicu 60 % z testu FCI po absolvovaní kurzov fyziky (Kurz fyziky, Úvod do fyziky a Fyziky I). Iba niekoľko jednotlivcov získalo cez 60 %. V akademickom roku 2016/2017 výsledky nášho pre-testu (pred Kurzom fyziky) ukazujú, že žiadny študent nedosiahol úroveň 60 % alebo vyššiu v FCI skóre, zatiaľ čo v post-teste ju dosiahol 7 z 36 študentov. V nasledujúcom akademickom roku 2017/2018 boli vedomosti o niečo nižšie, iba 3 z 31 študentov dosiahli po ukončení testu FCI úroveň vyššiu ako 60 %. Kurz fyziky je prípravný pred štúdiom v prvom semestri predtým, ako sa zúčastnia kurzu Úvod do fyziky. Keď porovnáme výsledky post-testu FCI po absolvovaní kurzu Úvod do fyziky, vidíme, že v akademickom roku 2015/2016 dosiahol 6 % študentov úroveň minimálne 60 % zo skóre FCI a v nasledujúcom akademickom roku 2016 / 2017 14 %

študentov (27 zo 194) dosiahlo úroveň aspoň 60 %, čo je po absolvovaní rovnakého kurzu vyššie percento ako v predchádzajúcom roku.

Rozhodli sme sa tiež zistiť, čo si prváci myslia o prípravnom Kurze fyziky po prvom semestri po kurze Úvod do fyziky. V dotazníku sme sa pýtali: kurz bol dôležitý - nedôležitý, užitočný - zbytočný, prípadne bezcenný atď. Prváci považovali prípravný Kurz fyziky za užitočný aj po prvom semestri, po prvom skúškovom období. Vďaka Kurzu fyziky zvýšili nielen svoju vedomostnú úroveň fyziky, ale pozitívne zvýšili aj svoje nekognitívne zručnosti, ako sú prístup ku štúdiu a motivácia.

2.3.6 Porovnanie vedomostí študentov UNIZA a gymnazistov

Na zisťovanie toho, do akej miery stredoškolskí študenti a študenti začínajúci štúdium na univerzite rozumejú niektorým fyzikálnym pojmom z oblasti Newtonovej mechaniky a akým spôsobom ovplyvnila výučba na UNIZA ich predstavy a vedomosti, sme použili konceptuálny FCI test. Prieskum bol realizovaný na Gymnáziu Hlinská 29 Žilina (GYM) v porovnaní so študentami Fakulty elektrotechniky a informačných technológií Žilinskej univerzity v Žiline (FEIT UNIZA)² spolu so študentami SjF (prípadne SvF). Boli zistené najčastejšie miskoncepce pomocou testu FCI.

Časová dotácia hodín fyziky v 1. ročníku na danom gymnáziu je 3 hodiny týždenne. Študenti prebrali kinematiku, dynamiku, mechaniku tuhého telesa a gravitačné pole. Pri všetkých preberaných učivách sa používala metóda výkladu, riešenia výpočtových úloh, ktoré žiaci vo väčšine prípadov riešia prácou v skupinách. Delené hodiny boli zamerané hlavne na vykonanie skupinových experimentov žiakov aj s využitím simulácií na PC a riešenie výpočtových úloh. Letný Kurz fyziky sa zvyčajne koná pred začiatkom zimného semestra prvého ročníka. Študenti absolvovali 15 hodín prednášok z mechaniky a molekulej fyziky počas kurzu. Cieľom tohto kurzu bolo zvýšiť informovanosť prvákov o najčastejšie používaných metódach riešenia úloh v stredoškolskej fyzike a rozvíjať ich vedomosti a zručnosti pri výpočtoch. V našom výskume sme taktiež zisťovali, či prostredníctvom letného Kurzu fyziky môžeme zlepšiť postoj a motiváciu našich prvákov tým, že im ukážeme, že ak sa nevzdajú, môžu sa stať úspešnými študentmi v študijnom programe STEM, a to aj tak, ak ich súčasná úroveň poznatkov z fyziky nie je uspokojivá.

² K 16. 1. 2019 fakulta zmenila názov z Elektrotechnickej fakulty na Fakultu elektrotechniky a informačných technológií Žilinskej univerzity v Žiline.

V akademickom roku 2018/2019 sa prieskumu zúčastnilo 28 gymnazistov. Priemerná úspešnosť študentov gymnázia v FCI teste bola 32,4 %. V teste dosiahol jeden študent úspešnosť nad 60 % (konkrétne 80 %). Priemerná úspešnosť študentov EF (FEIT) UNIZA bola v FCI pre-teste 25,9 % (2016/2017), 26,3 % (2017/2018), 25,3 % (2018/2019). V FCI teste dosiahlo 0 (2016/2017), 2 (2017/2018), 1 (2018/2019) študentov úspešnosť nad 60 %.

Priemerná úspešnosť študentov EF (FEIT) UNIZA bola v FCI post-teste 42,3 % (2016/2017), 34,3 % (2017/2018), 31,9 % (2018/2019). V post-teste dosiahli 60 % hranicu úspešnosti 4 z 38 študentov (2016/2017), 1 z 29 (2017/2018), 1 z 38 (2018/2019).

Tab. 15 Percentuálne zastúpenie odpovedí na jednotlivé otázky (GYM (2018), EF (FEIT) (2016-2018))

č. št.	GYM FCI					UNIZA FCI pre-test					UNIZA FCI post-test				
	odpovede					odpovede					odpovede				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	3,6	0,0	82,1	14,3	0,0	28,4	3,3	14,7	49,8	3,8	6,6	1,3	76,3	15,8	0,0
2	17,9	21,4	14,3	39,3	7,1	10,0	17,5	4,7	59,7	8,1	30,3	10,5	1,3	46,1	11,8
3	14,3	21,4	46,4	0,0	17,9	10,4	23,2	55,5	1,4	9,5	13,2	23,7	48,7	1,3	13,2
4	71,4	0,0	0,0	3,6	25,0	80,1	1,9	0,9	0,5	16,6	38,2	1,3	2,6	0,0	57,9
5	3,6	17,9	35,7	10,7	32,1	3,3	8,1	30,8	30,3	27,5	1,3	6,6	30,3	40,8	21,1
6	10,7	82,1	7,1	0,0	0,0	26,1	66,4	6,2	0,5	0,9	18,4	69,7	6,6	2,6	2,6
7	35,7	57,1	0,0	3,6	3,6	13,7	48,8	12,8	8,1	16,6	18,4	55,3	13,2	2,6	10,5
8	39,3	28,6	7,1	0,0	25,0	45,5	24,6	1,9	5,7	22,3	35,5	38,2	0,0	6,6	19,7
9	0,0	28,6	35,7	7,1	28,6	1,4	34,6	22,3	4,7	37,0	2,6	18,4	44,7	1,3	32,9
10	17,9	7,1	0,0	57,1	17,9	19,4	4,3	17,1	38,9	20,4	47,4	7,9	22,4	13,2	9,2
11	10,7	21,4	39,3	14,3	14,3	10,0	45,5	27,0	14,7	2,8	1,3	46,1	35,5	13,2	3,9
12	3,6	39,3	42,9	10,7	3,6	0,5	58,8	37,9	1,9	0,9	1,3	72,4	18,4	3,9	3,9
13	14,3	7,1	46,4	28,6	3,6	8,1	41,2	44,5	5,2	0,9	17,1	39,5	39,5	1,3	2,6
14	50,0	39,3	3,6	7,1	0,0	47,9	14,2	13,7	23,7	0,5	46,1	15,8	5,3	32,9	0,0
15	7,1	28,6	46,4	17,9	0,0	14,7	12,8	60,2	12,3	0,0	31,6	5,3	56,6	6,6	0,0
16	53,6	3,6	28,6	14,3	0,0	45,0	10,9	32,2	10,9	0,9	64,5	6,6	18,4	5,3	5,3
17	46,4	14,3	0,0	32,1	7,1	56,9	4,7	2,8	23,7	11,8	56,6	10,5	2,6	23,7	6,6
18	7,1	21,4	17,9	10,7	42,9	4,7	9,0	31,3	46,4	8,5	2,6	6,6	27,6	56,6	6,6
19	10,7	0,0	7,1	57,1	25,0	11,4	7,6	9,5	27,0	44,5	13,2	6,6	6,6	23,7	50,0
20	28,6	7,1	17,9	28,6	17,9	25,6	11,8	45,0	10,9	6,2	32,9	6,6	46,1	13,2	1,3
21	14,3	28,6	21,4	14,3	21,4	10,9	10,4	17,5	23,2	37,9	7,9	17,1	17,1	19,7	38,2
22	17,9	28,6	3,6	42,9	7,1	26,5	37,4	2,8	28,4	4,7	28,9	39,5	1,3	26,3	3,9
23	32,1	28,6	17,9	14,3	7,1	20,9	26,5	15,2	28,4	9,0	21,1	31,6	19,7	22,4	5,3
24	42,9	0,0	39,3	10,7	7,1	41,2	5,2	36,0	6,6	10,9	53,9	3,9	27,6	6,6	7,9
25	10,7	3,6	25,0	10,7	46,4	5,7	14,2	10,4	35,1	34,6	7,9	11,8	18,4	30,3	31,6
26	35,7	21,4	3,6	21,4	17,9	28,0	32,2	5,2	30,3	4,3	34,2	23,7	9,2	27,6	5,3
27	71,4	7,1	21,4	0,0	0,0	33,6	15,2	49,3	0,5	1,4	28,9	15,8	52,6	1,3	1,3
28	0,0	10,7	10,7	57,1	21,4	0,5	17,5	8,5	60,2	13,3	1,3	9,2	1,3	32,9	55,3
29	3,6	85,7	3,6	7,1	0,0	60,2	19,9	2,8	13,3	3,8	22,4	48,7	5,3	22,4	1,3
30	0,0	7,1	35,7	0,0	57,1	0,0	19,0	10,4	4,3	66,4	0,0	21,1	13,2	2,6	63,2

V tab. 15 (TARJÁNYIOVÁ, HOCKICKO, BEDNÁROVÁ, 2019) sú údaje o tom, aké percento študentov bolo úspešných pri riešení jednotlivých úloh (hrubo označené) a taktiež z nej môžeme vyčítať, ktoré nesprávne odpovede sa pre jednotlivé otázky vyskytovali najčastejšie u gymnazistov (2018) a študentov nastupujúcich na EF (FEIT) UNIZA (2016-2018). Chybné odpovede presahujúce 50 % sú na sivom pozadí.

Vidíme, že najmenšie problémy mali gymnazisti s otázkami č. 1, 29, otázky riešilo správne viac ako 80 % študentov. Pre gymnazistov boli najťažšie otázky 14, 15, kde niečo viac ako 7 % študentov vedelo správnu odpoveď.

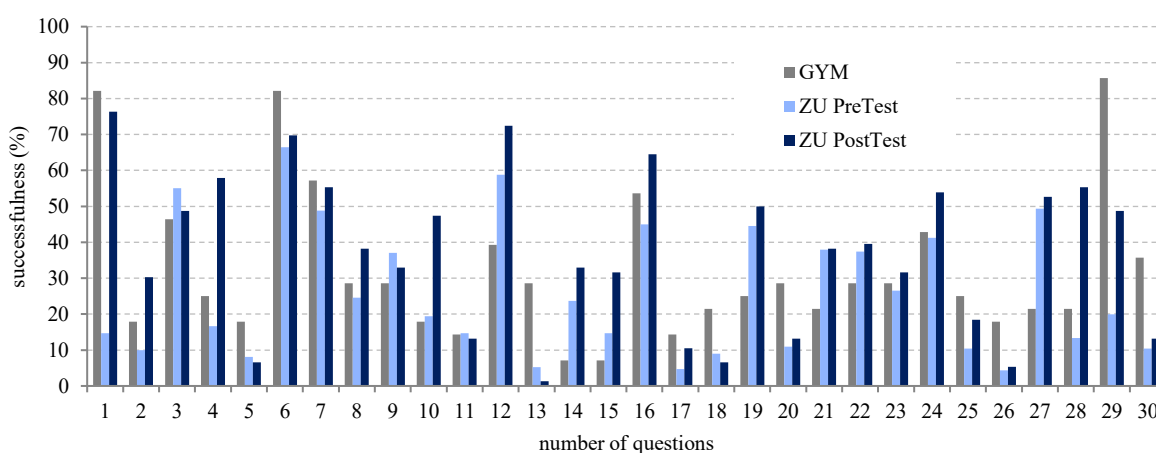
Niektoré nesprávne odpovede sa vyskytovali u viac ako polovice gymnazistov (otázky č. 4, 10, 14, 19, 27, 28, 30) a viac ako polovice študentov UNIZA (otázky č. 2, 4, 15, 17, 28, 29, 30).

Pri štvrtej otázke sa študenti mýlili v tom, že väčšia hmotnosť telesa znamená to, že teleso pôsobí väčšou silou (táto zlá predstava sa vyskytuje u 71,4 % gymnazistov a 80,1 % študentov UNIZA). Desiatu otázku riešili najčastejšie zle s využitím predstavy oneskorený nárast impulzu. Pri riešení otázky 14 sa u študentov vyskytovala najčastejšie miskoncepcia: hmotnosť ako príčina zastavenia objektu (možnosť 14A). V 19 otázke najčastejšie študenti nerozlišovali medzi polohou a rýchlosťou (možnosť 19D). Študenti, ktorí odpovedali na otázku 27 možnosťou 27A, majú predstavu hmotnosti ako príčiny zastavenia objektu a tiež si myslia, že pohyb znamená pôsobenie aktívnej sily. Chybná možnosť D v otázke 28 identifikuje dve miskoncepce: väčšia hmotnosť znamená väčšiu silu a najaktívnejší objekt pôsobí najväčšou silou. V otázke 30 má 51,7 % študentov predstavu impulzu vytvoreného nárazom. Pri otázke 2 sa prejavila nesprávna predstava, že objekty s väčšou hmotnosťou padajú rýchlejšie, kedy študenti najčastejšie volili možnosť 2D. V 15. otázke sa študenti chybné domnievali, že najaktívnejší objekt pôsobí najväčšou silou (15C). Viac ako polovica študentov, ktorí volili odpoveď 17A, si myslí, že pohyb je určený najväčšou silou. Najčastejšia chybná odpoveď na otázku 19 pripadá odpovedi D, kde si študenti myslia, že prekážky nepôsobia žiadnymi silami. Zistené miskoncepce sa vzťahujú na rôzne oblasti klasickej fyziky, nemožno povedať, že niektorá miskoncepcia u študentov prevládala.

Z tab. 15 a grafu obr. 50 (TARJÁNYIOVÁ, HOCKICKO, BEDNÁROVÁ, 2019) vidieť, že úspešnosť študentov EF (FEIT) sa vo väčšine otázok pri riešení post-testu zvýšila s výnimkou otázok 3, 5, 9, 11, 13, 18, kde bol pokles úspešnosti. Najväčší normalizovaný zisk 0,72 je pri otázke 1, normalizovaný zisk $g_N > 0,3$ majú otázky 1, 4, 10, 12, 16, 28, 29.

Po Kurzoch fyziky nastalo zvýšenie úspešnosti riešenia v šiestich otázkach s normalizovaným ziskom $g_N > 0,3$ v jednotlivých otázkach. Napriek tomu, že výučba je málo

efektívna, vo vybraných otázkach je významný nárast a menia sa predstavy študentov. Študenti prichádzajú z rôznych stredných škôl, kde nie je žiadna fyzika alebo majú oveľa nižšiu dotáciu hodín fyziky ako gymnáziá. Na gymnáziách žiaci absolvujú počas prvých troch rokov vyučovanie fyziky s celkovou dotáciou 5 hodín týždenne (Štátny pedagogický ústav). Študenti v prvom ročníku na UNIZA absolvovali od 0-5 hodín fyziky týždenne počas stredoškolského štúdia. Pomocou FCI testov môžeme zisťovať úroveň vedomostí a taktiež úroveň porozumenia základných pojmov Newtonovej mechaniky, prípadne detegovať nesprávne predstavy študentov. Na tieto miskoncepce sa potom môžeme zamerať a pokúsiť sa o ich eliminovanie a odstránenie. Pomocou FCI môžeme posúdiť zvýšenie efektívnosti výučby a na základe toho neustále zdokonaľovať používanie vhodných vyučovacích metód.



Obr. 50 Detailná analýza jednotlivých správnych odpovedí a vzájomné porovnanie odpovedí študentov gymnázia so študentmi UNIZA (GYM (2018), EF (FEIT) (2016-2018))

2.3.7 Využívanie videí a videoanalýz vo výučbe fyziky na FEIT

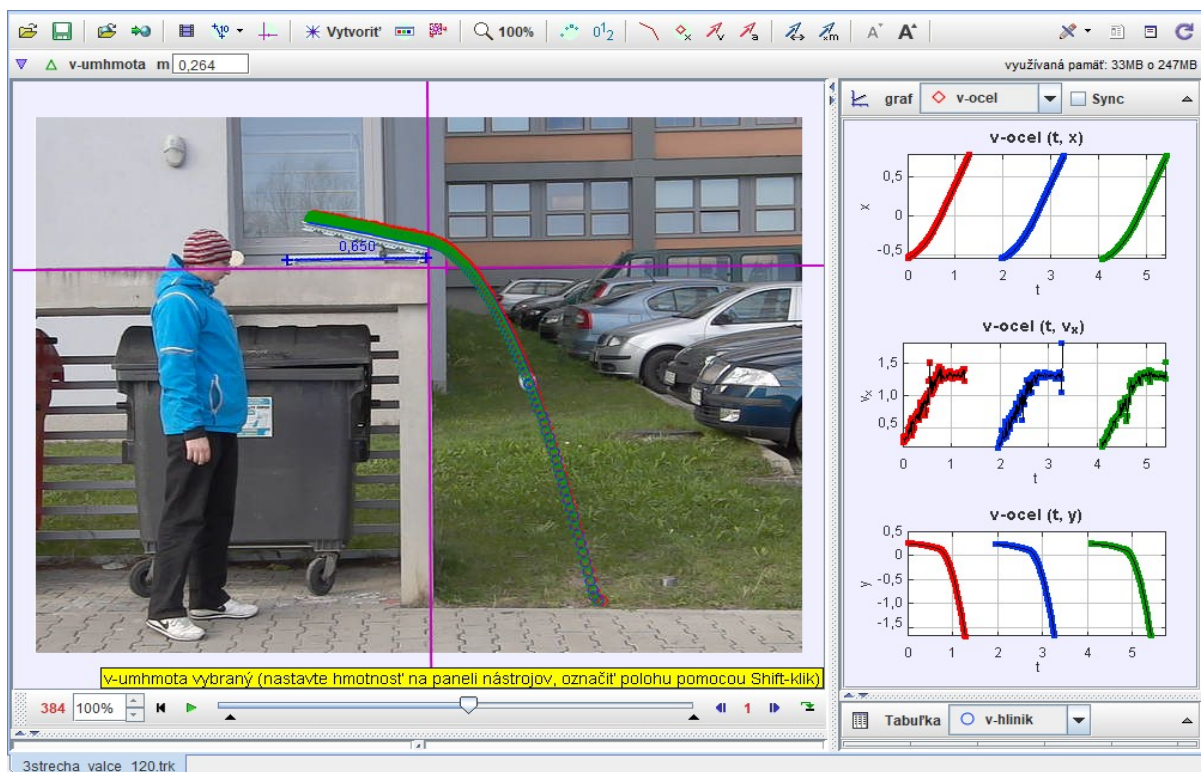
Pomocou programu Tracker môžu študenti zistiť vzťah medzi fyzikálnymi veličinami a opísať pohyb pomocou časových závislostí. Tracker ponúka časové závislosti 24 fyzikálnych veličín (+ môžeme definovať ďalšie), spracovanie údajov pomocou grafov a tabuliek. Z počtu snímok za sekundu (obvykle 30 snímok za sekundu alebo 120 snímok za sekundu) sa odvodí čas ($\Delta t = 0,033$ s alebo $\Delta t = 0,0083$ s), zatiaľ čo polohu je možné pomocou videozáznamu merať v dvoch rozmeroch (x , y) po kalibrácii. Funkcia automatického sledovania v tomto programe umožňuje presné sledovanie bez použitia myši. Študovaný pohyb môžeme rozdeliť na dve časti: horizontálnu zložku a vertikálnu zložku. Tieto dve zložky je možné analyzovať nezávisle od seba a potom je možné výsledky kombinovať a opísať celkový pohyb ($x(t)$, $y(t)$, $v_x(t)$, $v_y(t)$, $a_x(t)$, $a_y(t)$).

Študenti dokážu určiť a analyzovať časové závislosti polohy, rýchlosti, zrýchlenia a ďalších veličín pomocou dátového nástroja, ktorý poskytuje analýzu dát. Polohu a rýchlosť je možné vykresliť tak, aby sa zistila korelácia medzi skutočnými údajmi a kinematickými rovnicami. Napríklad študenti využitím analýz v programe Tracker sa dopracovali k poznatku, že časová závislosť výchylky v smere pohybu lopty pri voľnom páde je vždy parabola (HOCKICKO, 2011).

Príklad zadania úlohy pre študentov:

Valce s rôznou hmotnosťou sa kotúľajú po streche, ktorá je umiestnená v určitej výške nad zemou. Aká bude vodorovná vzdialenosť bodov, v ktorých valce dopadnú na zem od konca strechy? (Dĺžka dielika čierneho štvorca: 1 cm, frekvencia snímania: 120 fps, hmotnosti valcov: $m_1 = 1,807$ kg, $m_2 = 0,640$ kg, $m_3 = 0,264$ kg).

Riešenie pomocou videoanalýzy v programe Tracker:



Obr. 51 Analýza pohybu pomocou programu Tracker. Červená – kovový valec, modrá – hliníkový, zelená – plastový valec

Ďalšia úloha pre študentov:

Porovnajte pohyby valcov s rôznou hmotnosťou a rovnakým priemerom. Ak sa všetky telesá začnú pohybovať z pokoja z rovnakej výšky a sklonu bez sklznutia, ktoré z telies dosiahne koniec naklonenej roviny ako prvé? Ktoré to dosiahne ako posledné? Pokúste sa porovnať rýchlosti na konci naklonenej roviny.

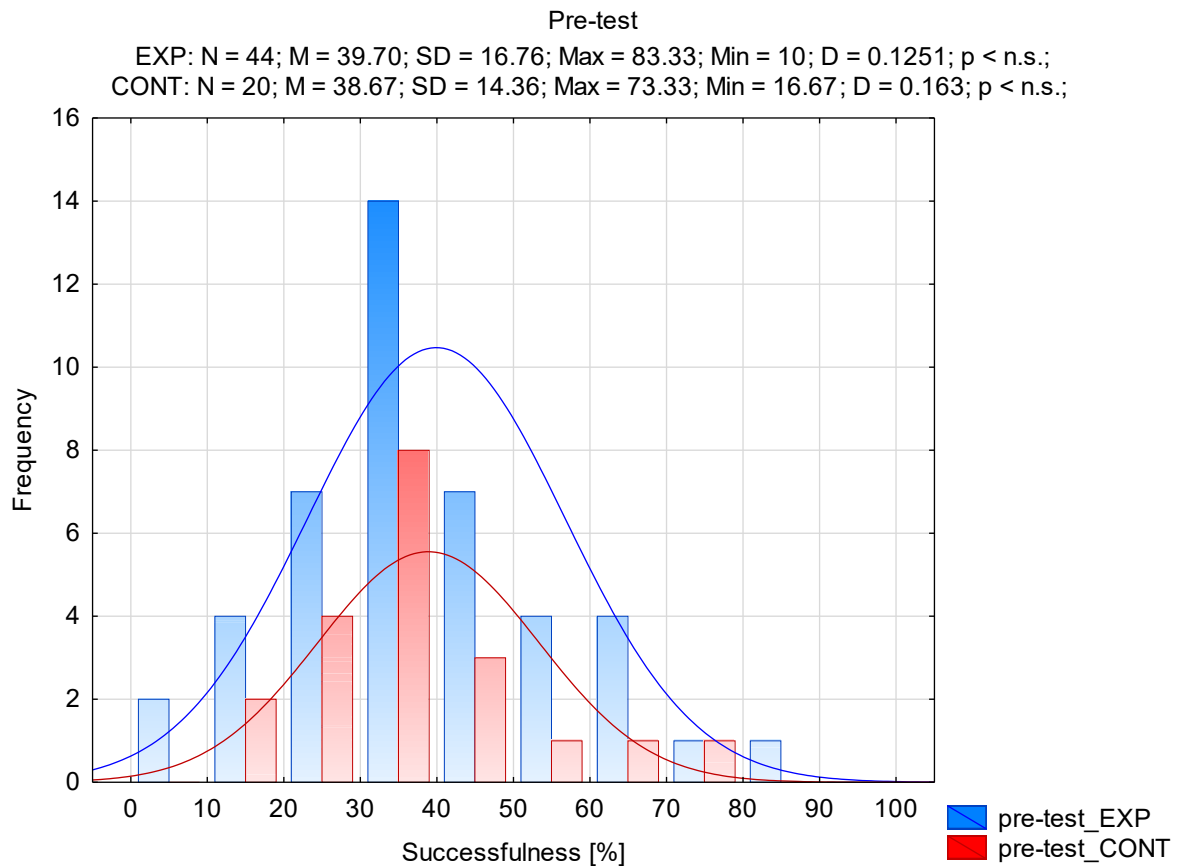
Pomocou nástroja Data Tool v programe Tracker, ktorý poskytol analýzu údajov, môžu študenti analyzovať časové závislosti polohy, rýchlosti, zrýchlenia a ďalších fyzikálnych veličín. Polohu a rýchlosť je možné vykresliť a prispôsobiť, aby sa zistila korelácia medzi pohybmi rôznych valcov. Pomocou funkcie Slope môžu študenti zistiť, že všetky valce sa valia po naklonenej rovine v podstate s rovnakým zrýchlením a rýchlosťou svojich ťažísk. Pre študentov počas prednášky bolo sledovanie videa a zistené výsledky celkom zaujímavé, pretože rýchlosť aj zrýchlenie ťažiska valcov boli nezávislé od ich hmotnosti.

Pomocou tohto videa (http://hockicko.uniza.sk/Priklady/video/strecha_valce_120.avi) môžeme zmeniť mylnú predstavu študentov, že „ťažšie predmety padajú rýchlejšie“, a ukázať, že čas voľného pádu nezávisí od hmotnosti telesa. Môžeme analyzovať rýchlosť a polohu valcov v smere x a ukázať, že výsledky nezávisia ani od hmotnosti valcov pri valivom pohybe.

Začiatkom druhého semestra akademického roka 2018/19 sa uskutočnilo testovanie študentov Fakulty elektrotechniky a informačných technológií (FEIT) v Žiline (UNIZA) s cieľom zistiť ich vedomosti z fyziky. Pre-test sa uskutočnil na začiatku druhého semestra počas prvého týždňa, post-test sa uskutočňoval na konci semestra (13. týždeň po semestrálnom kurze Fyzika) a zúčastnilo sa ho 64 študenti, ktorí na testoch participovali na začiatku aj na konci. Študenti boli rozdelení do dvoch skupín - experimentálnej (zúčastnilo sa ich 44 študentov) a kontrolnej skupiny (zúčastnilo sa 20 študentov). Do experimentálnej skupiny sa zapojili iba tí študenti, ktorí sa aktívne zúčastnili prednášok. Študenti, ktorí sa nezúčastňovali prednášok, boli zaradení do kontrolnej skupiny.

Prednášky boli vedené interaktívnym spôsobom zameraným na využívanie videí z bežného života týkajúceho sa danej témy. Všetky videá boli analyzované pomocou programu Tracker (metódou VAS). Študenti oboch skupín sa zúčastnili povinných výpočtových seminárov fyziky. Predmet Fyzika pozostával z 3 – 2 – 1 (prednášky – cvičenia – laboratória) hodín týždenne prezenčným štúdiom. Semester pozostával z 13 týždňov. Jediný rozdiel medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou bol v tom, že študenti z experimentálnej skupiny sa aktívne zúčastnili 13 interaktívnych prednášok, zatiaľ čo

študenti z kontrolnej skupiny sa prednášok pravidelne nezúčastňovali. Výsledky (obr. 52, tab. 16) (HOCKICKO, 2019) naznačujú, že na začiatku semestra nie je štatistický rozdiel v priemernom skóre FCI pre-testu medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou.

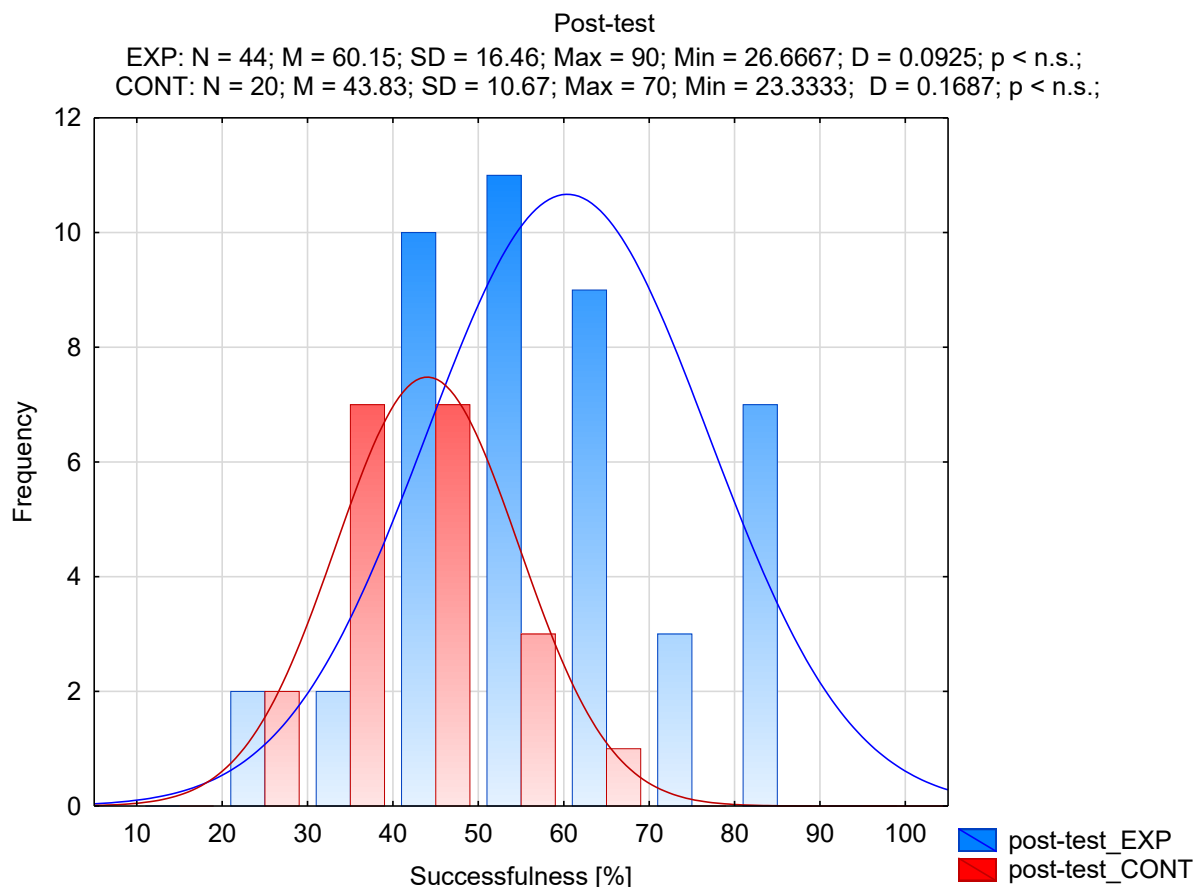


Obr. 52 Výsledky FCI pre-testu experimentálnej a kontrolnej skupiny (FEIT 2018/19)

Tab. 16 Pre-test: F-test dvojzorkový pre odchýlky a t-test dvojzorkový za predpokladu rovnakých odchýliek (FEIT 2018/19)

	Experimental group	Control group
Mean	39,70	38,67
Variance	281,04	206,32
Observations	44	20
df	43	19
F	1,36	
P(F<=f) one-tail	0,24	
F Critical one-tail	2,02	
Pooled Variance	258,14	
df	62	
t Stat	0,24	
P(T<=t) one-tail	0,41	
t Critical one-tail	1,67	
P(T<=t) two-tail	0,81	
t Critical two-tail	2,00	

Avšak výsledky na obr. 53, tab. 17 (HOCKICKO, 2019) naznačujú, že existuje štatistický rozdiel v priemernom post-testovom FCI skóre experimentálnej a kontrolnej skupiny na konci semestra.

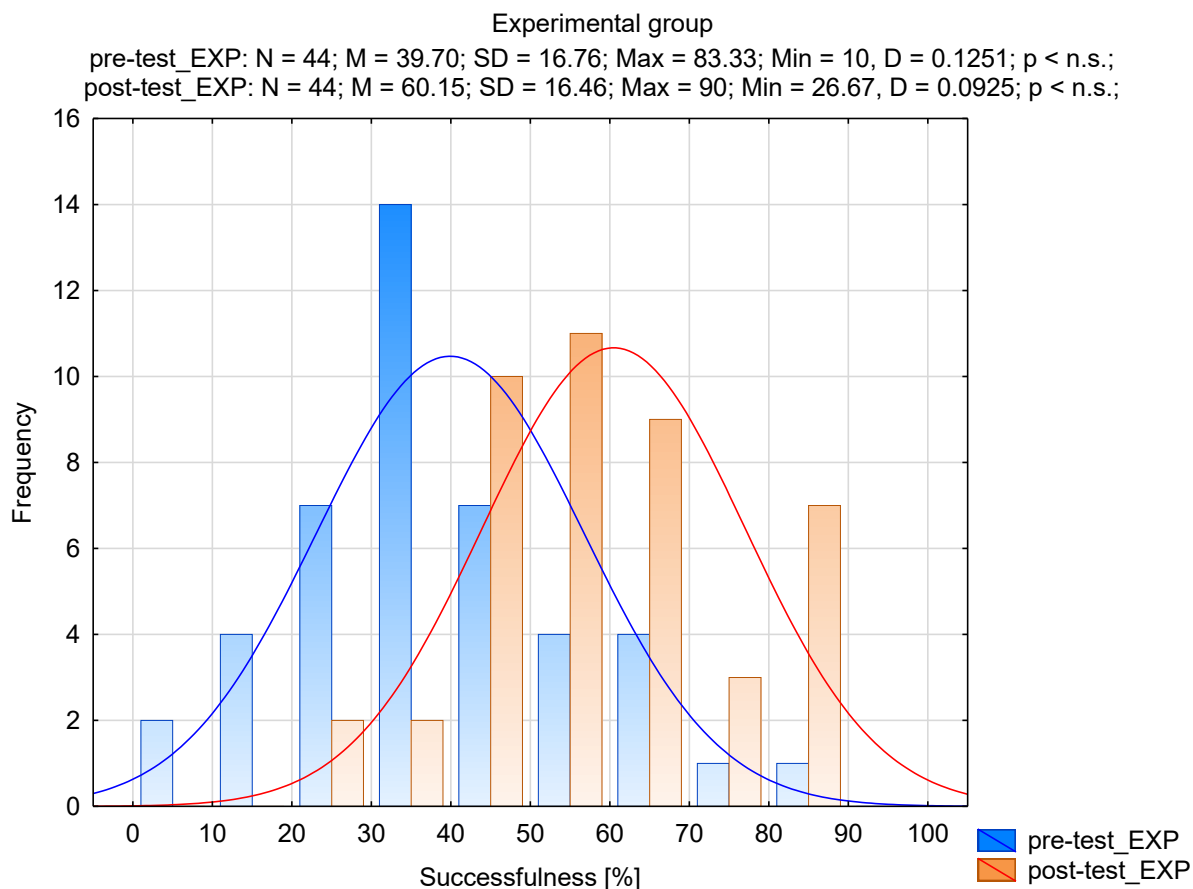


Obr. 53 Výsledky FCI post-testu experimentálnej a kontrolnej skupiny (FEIT 2018/19)

Tab. 17 Post-test: F-test dvojzorkový pre odchýlky a t-test dvojzorkový za predpokladu nerovnakých odchýliek (FEIT 2018/19)

	Experimental group	Control group
Mean	60,15	43,83
Variance	270,78	113,77
Observations	44	20
df	43	19
F	2,38	
P(F<=f) one-tail	0,02	
F Critical one-tail	2,02	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	54	
t Stat	4,74	
P(T<=t) one-tail	7,94E-06	
t Critical one-tail	1,67	
P(T<=t) two-tail	1,59E-05	
t Critical two-tail	2,00	

Po tejto analýze sme sa pokúsili použiť Studentov t-test a porovnať výsledky v pre- a post-teste experimentálnych a kontrolných skupín (obr. 54, obr. 55) (HOCKICKO, 2019).

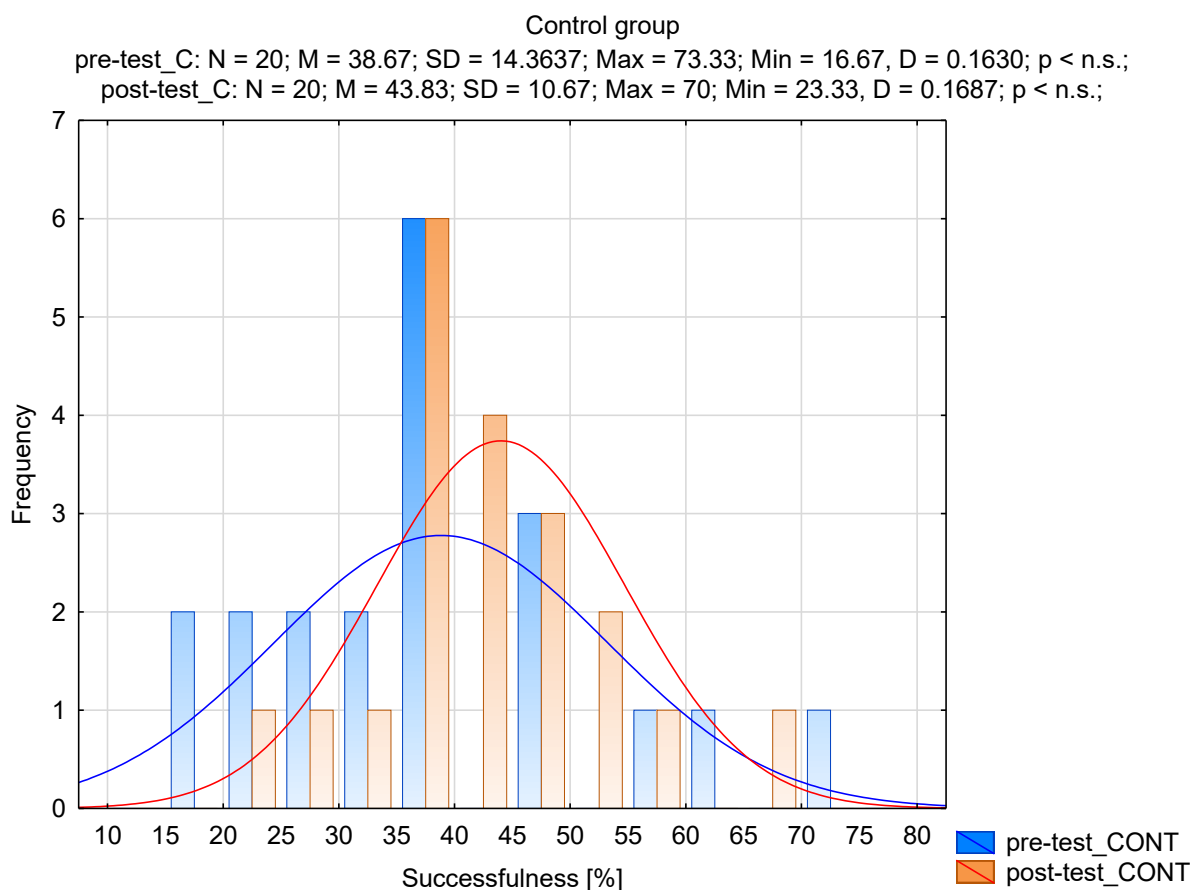


Obr. 54 FCI skóre pre- a post-testu pre experimentálnu skupinu (FEIT 2018/19)

Tab. 18 Párový t-Test: dvojjzorkový pre stredné hodnoty – experimentálna skupina (FEIT 2018/19)

	Post-test	Pre-test
Mean	60,15	39,70
Variance	270,78	281,04
Observations	44	44
Pearson Correlation	0,53	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	43	
t Stat	8,45	
P(T<=t) one-tail	5,47E-11	
t Critical one-tail	1,68	
P(T<=t) two-tail	1,09E-10	
t Critical two-tail	2,02	

Vyhodnotenie pre-testu a post-testu experimentálnej skupiny na začiatku a na konci semestra (obr. 54, tab. 18) (HOCKICKO, 2019) potvrdilo štatisticky významný rozdiel medzi priemerom na začiatku a na konci semestra ($P < 0,001$).



Obr. 55 FCI skóre pre- a post-testu pre kontrolnú skupinu (FEIT 2018/19)

Tab. 19 Párový t-Test: dvojvzorkový pre stredné hodnoty – kontrolná skupina (FEIT 2018/19)

	Post-test	Pre-test
Mean	43,83	38,67
Variance	113,77	206,32
Observations	20	20
Pearson Correlation	0,83	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	19	
t Stat	2,87	
P(T<=t) one-tail	0,0049	
t Critical one-tail	1,73	
P(T<=t) two-tail	0,0098	
t Critical two-tail	2,09	

Vyhodnotenie skóre pre-testu a post-testu kontrolnej skupiny na začiatku a na konci semestra (obr. 55, tab. 19) (HOCKICKO, 2019) potvrdilo štatisticky významný rozdiel aj medzi priemerom na začiatku a na konci semestra, ($P < 0,01$), ale hodnota P je v porovnaní s experimentálnou skupinou vyššia.

Videoanalýza a simulácie (metóda VAS) problémových úloh pomocou interaktívneho programu Tracker je jednou z metód, ktorá významne pomáha formovať konceptuálne myslenie a zároveň eliminovať mylné predstavy, rozvíjať manuálne zručnosti a intelektuálne schopnosti študentov a zvyšovať úroveň vedomostí študentov.

Naše výsledky potvrdili, že rozdiel v úrovni vedomostí medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou bol štatisticky významný, na hladine významnosti $\alpha = 5 \%$ (experimentálnu skupinu tvorili iba tí študenti, ktorí sa aktívne zúčastňovali prednášok z fyziky v porovnaní s kontrolnou skupinou – tá pozostávala zo študentov, ktorí sa nezúčastnili prednášok).

Sledovanie videonahrávok a ich následná videoanalýza mali na konci semestra v experimentálnej skupine pozitívny vplyv na rast vedomostí a zlepšenie pochopenia Newtonovej mechaniky. Metódy videoanalýzy pomocou programu Tracker uľahčujú študentom učenie sa fyziky, môžu určovať individuálne tempo práce študentov. Predpokladáme, že pomocou interaktívneho spôsobu výučby fyziky by bolo možné eliminovať mylné predstavy študentov, znížiť odchod študentov z prvého ročníka a tiež zlepšiť úroveň vedomostí študentov v úvodných kurzoch všeobecnej fyziky. Podrobná analýza testov FCI nám dokáže pomôcť odhaliť miskoncepce v chápaní základných princípov fyziky a fungovania tohto sveta.

2.4 Analýza vedomostí študentov na Fakulte PEDaS UNIZA

V akademickom roku 2016/17 sa náš výskum sústredil aj na testovanie vedomostí študentov navštevujúcich Fakultu prevádzky, ekonomiky, dopravy a spojov (PEDaS) UNIZA. Naše predchádzajúce výsledky využitím FCI testu (HESTENES et al., 1992) potvrdili, že vstupné vedomosti študentov navštevujúcich UNIZA týkajúce sa chápania sily, kinematiky a dynamiky pohybov sú na nižšej úrovni v porovnaní so študentmi zo zahraničia. Na porovnanie stredná hodnota FCI testu študentov UNIZA = 23 %, študentov z Tampere (Tampere University of Applied Sciences) = 45 % (HOCKICKO, TIILI, 2015). Ďalšie FCI testovanie študentov z Elektrotechnickej fakulty (EF) Žilinskej univerzity potvrdilo podobné výsledky (pre-test (EF) = 29 %, post-test (EF) = 36 %) (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2016; TIILI, et al., 2016). Taktiež bolo prezentované, že tradičné hodiny zamerané na počítanie príkladov a analýzu nezvyšujú kvalitu pochopenia dostatočne, ak študent príde na univerzitu so slabým alebo netechnickým predchádzajúcim vzdelaním (TIILI et al., 2016). Lepšie

výsledky pochopenia študentov v mechanike môžu byť dosiahnuté využitím aktívnych metód v úvodnom fyzikálnom vzdelávaní (HOCKICKO, KRIŠŤÁK, NĚMEC, 2015).

Náš výskum sa sústredil na študentov 1. ročníka inžinierskeho štúdia (študijný stupeň: 2) študijného programu Technológia údržby lietadiel (2-ročná denná forma štúdia) na fakulte PEDaS (ID kurzu: 13P168). Študenti absolvovali rozšírený kurz fyziky s názvom Fyzika (F) s časovou dotáciou: 3 – 3 – 0 (prednášky–cvičenia–laboratóriá) hodín týždenne, prezenčná forma štúdia. Študenti už absolvovali základný kurz fyziky v prvom semestri bakalárskeho štúdia s časovou dotáciou 2 – 1 – 1 (prednášky–cvičenia–laboratóriá) hodín týždenne.

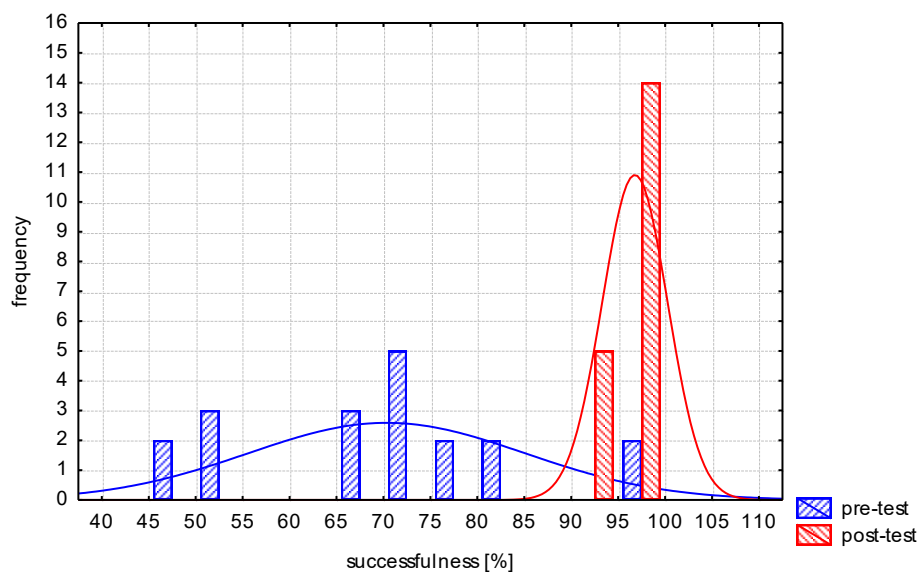
Cieľom daného študijného program je vychovať absolventa, ktorý je schopný preukázať komplexné vedomosti z problematiky techniky údržby lietadiel vychádzajúce z poznania technických, prevádzkových a praktických požiadaviek leteckej dopravy. Pričom využije praktické informácie získané počas štúdia na zefektívnenie fungovania prepravných a riadiacich procesov v doprave. Taktiež má uplatnenie aj v leteckých zložkách armády SR, bezpečnosti, civilnej obrany a záchranej služby. Absolvent je schopný samostatnej práce aj v oblasti výskumu a vývoja s vysokou mierou tvorivosti aj na medzinárodnej úrovni. Dôraz sa kladie na získanie teoretických základov, ktoré umožnia ľahšiu adaptáciu a ďalší odborný rast absolventa, ako aj na získanie poznatkov v oblasti leteckej prevádzky, umožňujúce rýchle uplatnenie absolventa v praxi, v riadení aj multinárodných tímoch pracovníkov v oblasti civilného letectva a samostatné vedenie projektov a prevzatie zodpovednosti za komplexné riešenia. Absolvent je schopný používať sofistikované technické prístupy pri riešení problémov a v priebehu štúdia získava skúsenosti s formuláciou hypotéz a analýzou získaných údajov.

Vzhľadom na trojhodinovú časovú dotáciu prednášok počas semestra bolo možné sa so študentami intenzívnejšie venovať klasickej fyzike – hlavne kinematike a dynamike hmotného bodu a tuhého telesa a pri vysvetľovaní javov a opisovaní dejov využívať pripravené videá (HOCKICKO, 2013) a deje analyzovať prostredníctvom videoanalýz.

Na začiatku semestra bol študentom daný konceptuálny test (NĚMEC, KRIŠŤÁK, HOCKICKO, DANIHELOVÁ, VELMOVSKÁ, 2017): pre-test s výsledkami $M = 70,18 \pm 14,65$. Na konci semestra bol študentom daný ten istý konceptuálny test s výsledkami $M = 96,49 \pm 3,48$ (obr. 56) (HOCKICKO, 2017). Pre- aj post-testu sa zúčastnilo 19 študentov.

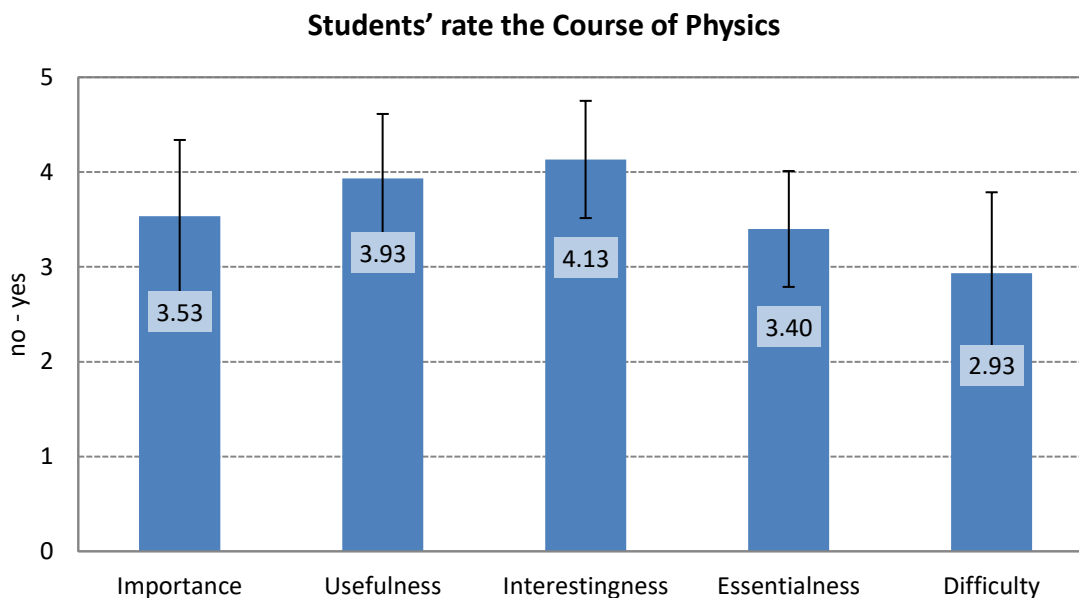
Štatistické testovanie s využitím párového Studentovho t-testu potvrdilo štatistický významný rozdiel vo vedomostiach študentov na konci semestra v porovnaní so začiatkom semestra ($P < 0,001$). Normalizovaný zisk kurzu bol $g_N = 0,88$.

pre-test: N = 19; M = 70.18 SD = 14.65; Max = 95.83; Min = 45.83; D = 0.1422; p < n.s.
 post-test: N = 19; M = 96.49; SD = 3.48; Max = 100; Min = 91.67; D = 0.2647; p < 0.1500

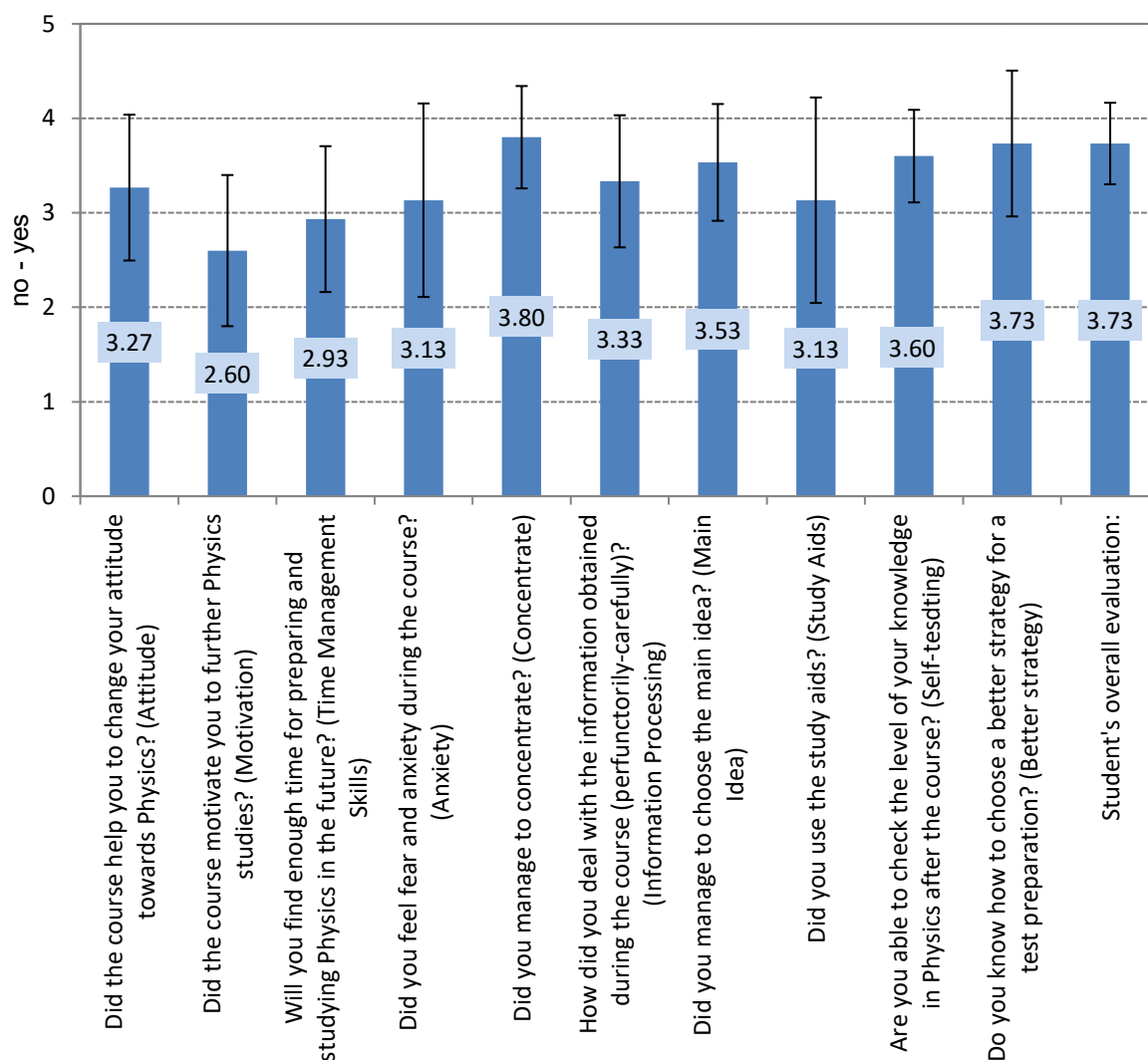


Obr. 56 Pre-test realizovaný na začiatku semestra a post-test realizovaný na konci semestra 2016/17

Následne bol študentom daný dotazník, v ktorom na základe 5-bodovej Likertovej škály študenti hodnotili daný kurz Fyziky (F). Hodnotenia ponúkajú nasledujúce výsledky:



Obr. 57 Hodnotenie kurzu Fyziky študentmi fakulty PEDaS (2016/17)

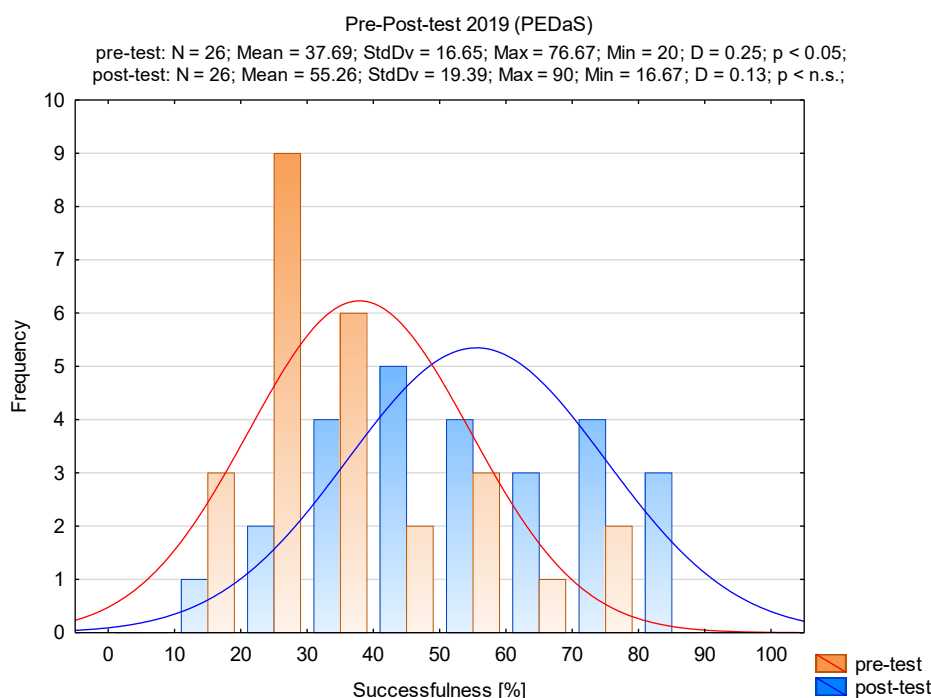


Obr. 58 Postjové hodnotenie kurzu Fyziky študentmi fakulty PEDaS (LASSI) (2016/17)

Po zodpovedaní pripravených otázok pre študentov, mohli študenti vyjadriť svoj názor na kurz – postrehy študentov (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, SRŠŇÍKOVÁ, 2017, PTEE 2017):

- Vhodné by bolo viac spojiť teoretickú výučbu s praxou, t. j. na hodinách riešiť reálne problémy z praxe z fyzikálneho hľadiska.
- Kurz by bol o niečo zaujímavejší, keď sa zjednotia materiály a požiadavky zo strany Katedry leteckej dopravy (PEDaS UNIZA).
- Dobrý prístup vyučujúceho.
- Na týchto hodinách som si opäť po dlhej dobe osvojil poznatky z fyziky a obnovilo sa mi fyzikálne myslenie.

Sledovanie videí reálnych dejov a následná videoanalýza javov mala pozitívny vplyv na rast vedomostí na konci semestra. Na základe výsledkov získaných z dotazníka môžeme tvrdiť, že študenti považujú kurz Fyziky za významný, užitočný a dôležitý pre ich ďalšie štúdium na Žilinskej univerzite a ich budúcu prax. V akademickom roku 2019/20 sa uskutočnilo obdobné testovanie študentov fakulty PEDaS 1. ročníka inžinierskeho štúdia (študijný stupeň: 2) študijného programu Technológia údržby lietadiel. FCI pre-test sa uskutočňoval na začiatku semestra počas prvého týždňa, FCI post-test sa uskutočňoval na konci semestra a zúčastnilo sa ho 26 študentov, ktorí sa zúčastnili pre- aj post-testu.



Obr. 59 FCI skóre pre- a post-testu PEDaS (2019/20)

Tab. 20 naznačuje, že existuje štatisticky významný rozdiel v priemernom skóre FCI v post-teste a pre-teste na konci a na začiatku semestra.

Tab. 20 Párový t-Test: dvojvzorkový pre stredné hodnoty PEDaS (2019/20)

	Pre-test	Post-test
Mean	37,69	55,26
Variance	277,13	376,15
Observations	26	26
Pearson Correlation	0,62	
df	25	
t Stat	-5,64	
P(T<=t) one-tail	3,58E-06	
t Critical one-tail	1,71	
P(T<=t) two-tail	7E-06	
t Critical two-tail	2,06	

3 Porovnanie postojov a vedomostí študentov UNIZA so študentmi z okolitých krajín

Ako už bolo spomenuté v predchádzajúcich kapitolách, vstupná vedomostná úroveň z fyziky študentov prvých ročníkov UNIZA je na nižšej úrovni, ako u študentov z Tampere (TIILI et al., 2016). Nízka vstupná úroveň vedomostí študentov a vysoké požiadavky v prvých mesiacoch štúdia na vysokej škole, môžu byť príčinou vysokého percenta študentov, ktorí zanechávajú štúdium už v prvom semestri/ročníku (tab. 8 - podiel študentov prvého ročníka na jednotlivých fakultách UNIZA (EF, SvF, SjF), ktorí predčasne ukončili svoje štúdium, k zapísaným študentom).

Preto sme sa rozhodli vstúpiť do konzorcia projektu readySTEMgo, aby sme preskúmali príčiny predčasného ukončenia štúdia študentov a pripravili intervenčné akademické zásahy, ktoré by pomohli riešiť súčasný nelichotivý stav v prvých ročníkoch na technických univerzitách nielen na Slovensku, ale aj v Európe.

Projekt readySTEMgo bol projektom EU: project Erasmus+: Strategic Partnership: Early identification of STEM readiness and targeted academic interventions (readySTEMgo): grant Decision number: 2014-BE02-KA200-000462 a bol riešený aj na UNIZA v rokoch 2014 – 2017.

Projekt readySTEMgo predstavoval medzinárodnú spoluprácu šiestich európskych univerzít a zameriaval sa na kľúčové zručnosti, ktoré sú potrebné pre nových študentov v STEM vzdelávaní. Konkrétnejšie boli do projektu zapojené tieto inštitúcie technického vzdelávania: Aalto University [Fínsko], University of Birmingham [UK], Budapeštiansky inštitút ekonomiky a technológie [Maďarsko - BME], Katholieke University Leuven [Belgicko - KU Leuven], Technická univerzita Hamburg-Harburg [Nemecko - TUHH] a Žilinská univerzita [Slovensko - UniZa]. Ako sieťový partner bola do projektu zapojená aj SEFI (Európska asociácia pre technické vzdelávanie), aby sa zabezpečilo štrukturálne zakotvenie v európskom kontexte.

Je potrebné poznamenať, že univerzity zapojené do projektu readySTEMgo vykazovali vysoký stupeň heterogenity, čo sa týka vstupu na univerzitu. Na niektorých univerzitách existujú prísne vstupné požiadavky na nových študentov, aby mohli byť prijatí do inžinierskych programov (napr. Aalto University, University of Birmingham a BME), zatiaľ čo na iných neexistujú žiadne vstupné kritériá pre vedecké a inžinierske programy (KU Leuven, TUHH a UniZa). Navyše, v inštitúciách s prísnyimi požiadavkami na vstup je školné podstatne vyššie v porovnaní s inštitúciami bez školného. Prichádzajúce populácie študentov

na týchto univerzitách bez školného sú často omnoho rozmanitejšie, pokiaľ ide o ich matematické a prírodovedné pozadie, pretože študenti neboli vopred vybraní podľa zadaných požiadaviek. Identifikácia rizikových študentov sa preto na týchto univerzitách môže mierne líšiť.

3.1 Výsledky readySTEMgo – porovnanie UNIZA s KU Leuven a BME Budapešť

Na účely merania učebných stratégií študentov prvého ročníka bol všetkým študentom na už uvedených inštitúciách predložený test: Inventúra učebných a študijných stratégií (LASSI). Tento vedecky overený nástroj obsahuje 77 položiek týkajúcich sa učebných a študijných stratégií a schopností študentov. Pretože študenti v tejto fáze nezažili vysokoškolské vzdelanie, dostali pokyny, aby hodnotili každú položku z hľadiska študijného správania sa na strednej škole.

Postojový test LASSI obsahuje nasledujúcich desať stupní:

1. **Postoj** (dôležitosť vstupu na univerzitu v živote študentov)
2. **Motivácia** (vytrvalosť študentov pri riešení náročných úloh)
3. **Zručnosti riadenia času** (tendencia študentov otáľať a schopnosť dodržiavať termíny)
4. **Úzkosť** (úrovne úzkosti, ktoré bránia študentom vo výkone na maximálnej úrovni)
5. **Koncentrácia** (úroveň koncentrácie študentov v triede alebo pri štúdiu)
6. **Spracovanie informácií** (hlboké verzum povrchové učenie)
7. **Výber hlavných nápadov** (schopnosť študenta vybrať si hlavnú správu z textu)
8. **Študijné pomôcky** (schopnosť študentov používať a vytvárať techniky na zmysluplné učenie)
9. **Autotestovanie** (miera, do akej študenti sledujú / testujú svoj pokrok počas štúdia)
10. **Testovacie stratégie** (techniky študentov na prípravu a absolvovanie testov)

Vo Flámsku v Belgicku (KU Leuven (Katholieke Universiteit Leuven)) neexistujú žiadne vstupné požiadavky na vysokoškolské vzdelávanie (okrem študijných programov medicína, zubné lekárstvo a umelecká výchova): keď študenti získajú stredoškolský diplom, môžu sa prihlásiť na akýkoľvek študijný program, ktorý absolvujú. Na rozdiel od iných európskych krajín sa vo Flámsku neorganizujú národné ani regionálne maturitné skúšky. Dôsledkom toho je vo väčšine študijných programov vysoký stupeň heterogenity v úrovni matematického a prírodovedného vzdelania prichádzajúcich študentov. Napríklad študenti s nízkou úrovňou matematiky (menej ako 6 hodín matematiky týždenne) alebo nízkym stupňom matematiky sú zaradení do študijných programov STEM spolu s rovesníkmi

s vyššou úrovňou matematiky a známkami. V dôsledku toho je prvý ročník na vysokej škole pre množstvo študentov značnou prekážkou.

V kontexte vzdelávania bez formálnych prijímacích mechanizmov má mimoriadny význam presný tok informácií medzi strednými a vysokými školami. V tomto ohľade sú učitelia stredných škôl, poradcovia pre študentov a zástupcovia univerzít na dňoch otvorených dverí a na študentských veľtrhoch kľúčovými zúčastnenými stranami, ktoré majú poradiť kandidátom a poskytnúť im čo najpresnejšie informácie o obsahu, úrovni ťažkostí, očakávaných kompetenciách a budúcej kariére.

V Maďarsku (BME - Budapest University of Technology and Economics) bol systém prijímacích skúšok ukončený v roku 2005 a nahradený novým systémom založeným na prijímacích bodoch (tzv. vstupné skóre). V tomto novom systéme môžu študenti požiadať o niekoľko vedeckých a technických programov zoradených podľa svojich preferencií. To, či je uchádzač prijatý na miesto, ktoré si vybral, závisí od (1) limitov vstupného skóre stanovených na danej fakulte a (2) celkového vstupného skóre, ktoré uchádzač dosiahol.

Limity vstupného skóre pre konkrétny program sú zložené z (1) celkového počtu uchádzačov o tento program, (2) poradia rôznych študijných programov vybraných uchádzačmi a (3) kapacity danej inštitúcie. Sú definované pre každý študijný program zvlášť. Tieto limity vstupného skóre sú stanovené na ten istý deň a v rovnakom čase pre všetky programy vysokoškolského vzdelávania na konci júla.

Celkové vstupné skóre každého uchádzača sa počíta v systéme 400 + 100 bodov. Bodové hodnotenie sa zakladá na známkach získaných na strednej škole (max. 200 bodov), imatrikulačných bodoch (max. 200 bodov) a bonusových bodoch (max. 100 bodov). Bonusové body sa udeľujú za úspešné vykonanie záverečnej skúšky na strednej škole pre pokročilých, jazykové znalosti (jazykové certifikáty) a výsledky dosiahnuté na akademických súťažiach. Študent, ktorý má minimálne stredoškolskú kvalifikáciu, je oprávnený na vstup do vysokoškolských programov, iba ak získal najmenej 280 vstupných bodov.

Vzhľadom na prestížny status sú na BME limity vstupného skóre programov STEM všeobecne (oveľa) vyššie ako 280 bodov; v roku 2015 boli limity vstupného skóre programov zúčastňujúcich sa na projekte readySTEMgo: Chemické inžinierstvo 433, Strojárstvo 383, Elektrotechnika 365, Stavebníctvo 320, Fyzika 382 a Matematika 373.

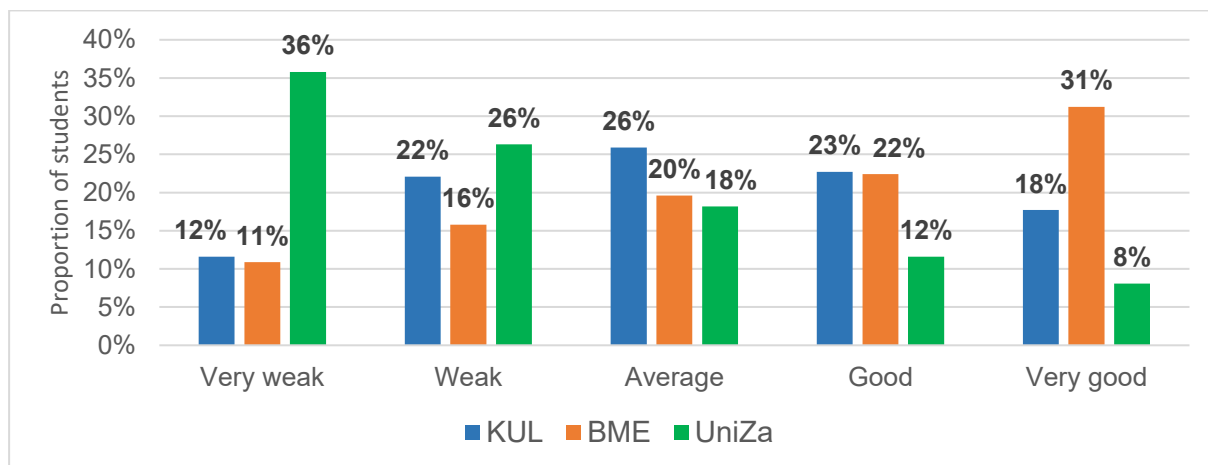
Počas prvých dvoch týždňov akademického roka 2015/2016 boli študenti prvého ročníka prírodných vied a inžinierstva na zúčastnených univerzitách vyzvaní k vyplneniu rozsiahleho dotazníka týkajúceho sa ich predchádzajúceho vzdelania a študijného správania

na strednej škole. Celkovo sa tohto dotazníka zúčastnilo veľké množstvo študentov v troch partnerských inštitúciách: KU Leuven (N = 1 521), UniZa (N = 880) a BME (N = 990). Stručne povedané, mali sme k dispozícii rozsiahlu databázu charakteristík od 3 391 študentov, ktorá nám poskytla podrobný profil každého študenta:

Informácie o výberovom konaní na vybraný študijný program:

- Predchádzajúce výsledky z matematiky a prírodovedných predmetov na strednej škole.
- Množstvo vynaloženého úsilia na strednej škole.
- Úrovne motivácie, postoja a úzkosti na strednej škole.
- Učebné a študijné stratégie používané na strednej škole.

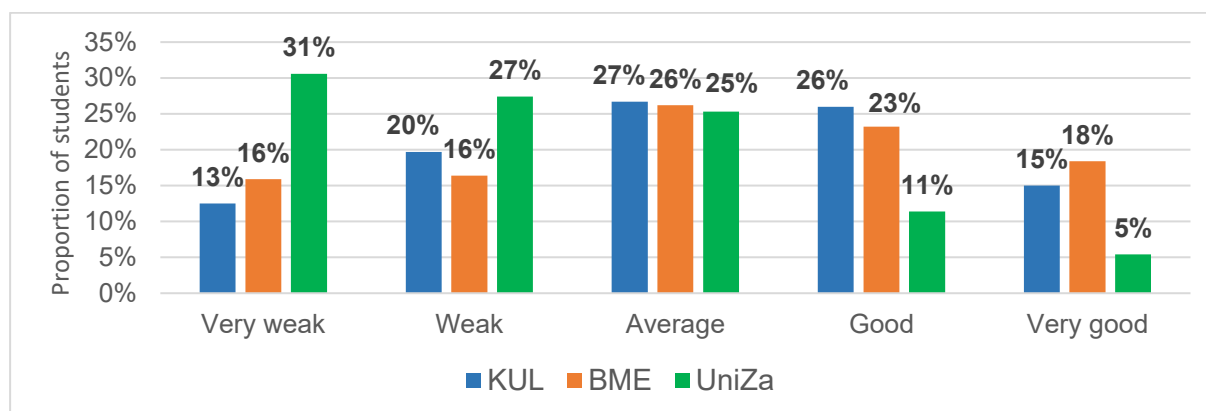
V priebehu výskumu bolo zistené, že medzi týmito tromi univerzitami existujú značné rozdiely, pokiaľ ide o úroveň učebných stratégií ich prichádzajúcich študentov. Ako ukazuje obr. 60 (PINXTEN A KOL., 2016), podiel študentov s veľmi slabými postojmi pri vstupe na univerzitu je na UNIZA podstatne vyšší (36 %) v porovnaní s KU Leuven a BME (12 %, respektíve 11 %). Zdá sa, že u viac ako tretiny študentov prvého ročníka UNIZA, ktorí idú na univerzitu, nehrá v ich živote štúdium dôležitú úlohu. Naopak, na BME je veľká časť študentov s veľmi vysokým skóre na stupnici postojov (31 %): asi pre tretinu študentov hrá štúdium v univerzite veľmi dôležitú úlohu v ich živote. Potenciálnym vysvetlením by mohlo byť, že pre druhú skupinu študentov je prijatie na prestížnu univerzitu zvyšujúca hodnota, ktorú pripisujú štúdiu na univerzite a akademickému úspechu.



Obr. 60 Hodnotenie škály postojov k dôležitosti štúdia na univerzite pre tri univerzity – KU Leuven, BME Budapešť a UNIZA

Podobný vzťah bol pozorovaný, pokiaľ ide o úroveň motivácie prichádzajúcich študentov (obr. 61) (PINXTEN A KOL., 2016). Ako už bolo uvedené, táto charakteristika meria pracovitosť študentov, sebadisciplínu a ich schopnosť pretrvávajúť pri konfrontácii s náročnými úlohami. V porovnaní s ostatnými dvoma univerzitami 31 % študentov UNIZA naznačuje

veľmi slabú motiváciu na začiatku akademického roka. To by mohlo byť problematické v študijných programoch, v ktorých sa študentom pravidelne predkladajú náročné problémy, ktoré musia vyriešiť.



Obr. 61 Hodnotenie škály motivácie študentov pre tri univerzity – KU Leuven, BME Budapešť, UNIZA

Aj na škále testovacích stratégií majú študenti na BME skóre výrazne vyššie ako na ostatných dvoch univerzitách. To naznačuje, že prichádzajúci študenti na BME používajú efektívnejšie stratégie testovania a efektívnejšie techniky prípravy na testy.

Všeobecne je podiel študentiek na každej univerzite podstatne nižší ako študentov: KU Leuven (27 %), BME (20 %) a UniZa (22 %).

Okrem stupníc Spracovanie informácií a Výber hlavných myšlienok (PINXTEN A KOL., 2016) existujú medzi študentmi a študentkami významné rozdiely, pokiaľ ide o stupnice LASSI. Všeobecne platí, že študentky prejavujú vyššiu úroveň postojov, motivácie, riadenia času a iných študijných stratégií. Najvýraznejšie rozdiely medzi dievčatami a chlapcami sú na škále študijných pomôcok ($F(1, 3217) = 282,80, p < 0,001$). Študentky teda v porovnaní so študentmi častejšie používajú zmysluplné techniky učenia, ako je podčiarknutie, kurzíva a tvorba jednoduchých grafov. Je potrebné poznamenať, že dievčatá vykazujú významne vyššie úrovne výkonnostnej úzkosti ($F(1, 3217) = 57,44, p < 0,001$). Taktiež je potrebné spomenúť, že všetky štatisticky významné rozdiely boli pozorované na rôznych univerzitách.

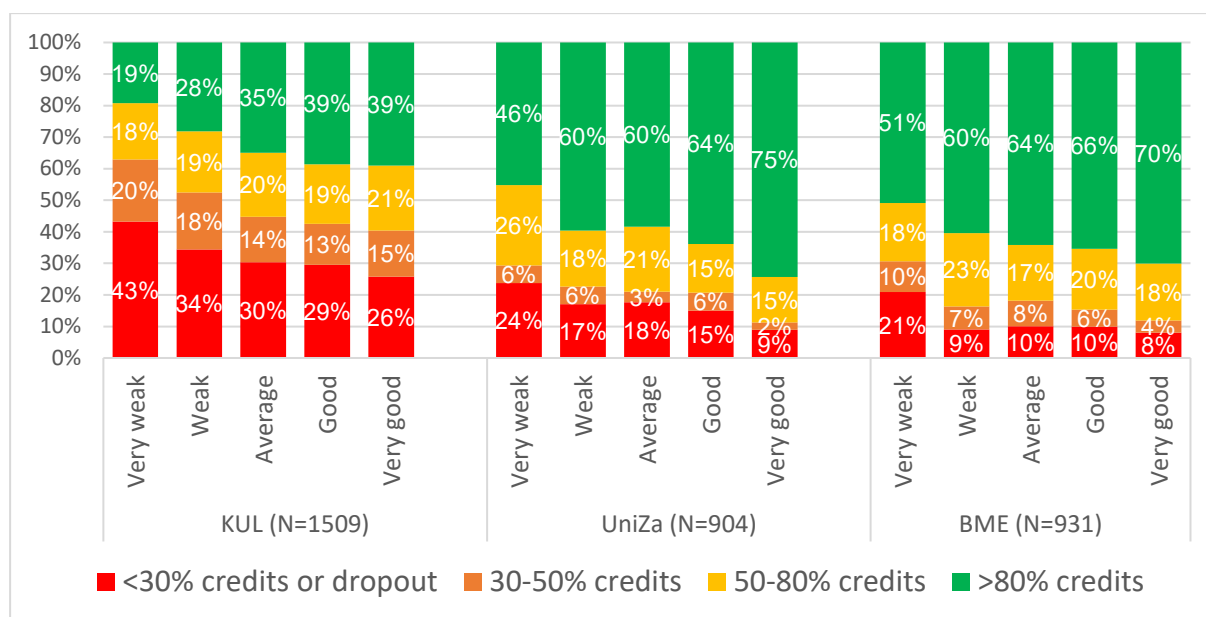
Študentov sa v teste pýtali, ako ťažko sa museli učiť na dosiahnuté známky na strednej škole. Na troch univerzitách 33 % študentov uviedlo nízku úroveň úsilia na strednej škole, zatiaľ čo 44 % uviedlo strednú a 22 % vysokú úroveň úsilia.

Študenti, ktorí na strednej škole uviedli nízku úroveň vynaloženého úsilia, vykazujú výrazne nižšie skóre motivácie a časového riadenia. Študenti, ktorí neštudovali na strednej škole poriadne, vykazujú pri vstupe na univerzitu podstatne nižšie úrovne sebaregulačných schopností. Študenti s nízkym úsilím navyše uvádzajú významne nižšiu úroveň študijných pomôcok a stratégií autotestovania. Študenti s nízkou námahou menej často používajú

techniky, ktoré umožňujú zmysluplné učenie (napr. podčiarknutie, kurzívou napísaný text pri štúdiu atď.) A menej často sledujú svoj pokrok počas štúdia v porovnaní so študentmi, ktorí uvádzajú priemernú alebo vysokú úroveň vynaloženého úsilia na strednej škole.

V súhrne možno povedať, že úrovne postojov, motivácie a stratégie testovania prichádzajúcich študentov prvého ročníka na troch európskych univerzitách sa výrazne líšia. Rozdielny vzdelávací kontext, vrátane rozdielov v kritériách prijatia na tieto univerzity, by mohol tieto rozdiely čiastočne vysvetliť. Napríklad prichádzajúci študenti na BME, prestížnu inžiniersku inštitúciu v Maďarsku, vstupujú na univerzitu s lepšou úrovňou prístupu a motivácie v porovnaní so študentmi z UNIZA. Odchod na univerzitu hrá v živote študentov BME jednoznačne dôležitejšiu úlohu v porovnaní so slovenskými kolegami. Z hľadiska rodovej rovnosti získavajú študentky vo väčšine stupníc LASSI lepšie výsledky ako študenti. V tejto súvislosti sa zdá, že študentky sú lepšie vybavené správnymi učebnými nástrojmi na zvládnutie budúcich akademických výziev. Výsledky tiež ukazujú, že množstvo úsilia vynaloženého na strednej škole súvisí s úrovňou učebných a študijných schopností prichádzajúcich študentov. Študenti, ktorí na strednej škole venujú menšie úsilie školskej práci, prejavujú nižšiu vytrvalosť, zručnosti v oblasti riadenia času a využívaní študijných techník, ako sú podčiarknutie a tvorba jednoduchých grafov. Všetky tieto zručnosti sú dôležité v akademickom prostredí, v ktorom sú študenti (1) pravidelne stimulovaní náročnými problémami, (2) sú konfrontovaní s veľkým množstvom obsahu kurzu a (3) sledovaním pokroku v štúdiu. Na záver možno povedať, že títo študenti s nízkym úsilím môžu byť vystavení riziku, ak budú čeliť vysokým požiadavkám, ktoré na ne kladie univerzitné prostredie.

Na začiatku akademických rokov 2015/2016 a 2016/2017 bola Inventúra učebných a študijných stratégií (LASSI) predstavená 7168 študentom prvého ročníka na KU Leuven, UNIZA, BME a na univerzite v Birminghame. Výsledky ukazujú, že úrovne sebaregulačných schopností študentov (napr. riadenie času, koncentrácia pri štúdiu a motivácia / vytrvalosť) všetky významne súviseli s výsledkami študentov na strednej škole. Obr. 62 (PINXTEN A KOL., 2017) predstavuje výsledky súvisiace s riadením času štúdia. Na všetkých troch univerzitách bol pozitívny vzťah medzi lepšími schopnosťami zvládania času a výsledkami študentov (vyjadrené ako podiel získaných kreditov ECTS) na skúškach v januári: študenti so slabšími schopnosťami zvládania času získavajú podstatne menej kreditov v porovnaní so študentmi s lepším zvládnutím riadenia času. Podobné vzťahy sa pozorovali aj pre ďalšie samoregulačné nástroje.



Obr. 62 Vzťah medzi schopnosťami riadenia času na začiatku a výsledkami študentov po prvých skúškach na univerzite v rokoch 2016/2017 (KU Leuven, UniZa a BME)

Stručne povedané, úrovne samoregulačných schopností študentov technického univerzitného štúdia na začiatku majú významné dôsledky pre neskoršie dosiahnutie pozitívnych výsledkov štúdia. Meranie úrovni samoregulačných schopností prichádzajúcich študentov môže umožniť identifikáciu študentov so zvýšeným sklonom k nedostatočným výkonom alebo k zanechaniu štúdia. Aj keď je tento vzťah podporovaný v otvorenom štúdiu (KU Leuven) aj vo vysoko selektívnych inštitúciách (BME), platí to najmä pre študentov univerzít s čiastočne selekčnou alebo otvorenou kultúrou, pretože väčšina týchto študentov predtým nebola zvyknutá na povinné externe stanovené vysoké štandardy. Naproti tomu náročné cieľové skóre stanovené vysoko selektívnymi inštitúciami si vyžaduje vysoký stupeň sebaregulácie na poslednom stupni strednej školy smerom k maturitným skúškam.

3.2 Porovnanie výsledkov študentov FEIT a RSREU (Rusko)

Ruský systém stredného a vysokoškolského vzdelávania je odlišný od slovenského. Každá stredná škola má plán, ktorý by mali učitelia dodržiavať. V bežnej triede majú študenti 2 hodiny fyziky týždenne. Ak je trieda zameraná na fyziku a matematiku, študenti môžu mať aj 4 a viac hodín týždenne. Po povinných lekciách môžu mať aj hodiny navyše. Študenti, ktorí chcú vstúpiť na technické univerzity, sa zvyčajne učia viac fyziky a matematiky. Snažia sa úspešne zložiť unifikovanú štátnu skúšku z fyziky a dostať sa na univerzitu. Je potrebné poznamenať, že ak chcú študenti nastúpiť na technické univerzity, mali by absolvovať zložitejšiu zjednotenú štátnu skúšku z fyziky.

Na Slovensku majú stredoškolskí študenti menší záujem o štúdium matematiky a fyziky, pretože ich považujú za ťažké. Študenti majú problémy naučiť sa ich, porozumieť im a zložiť záverečnú maturitu. Výsledkom je, že väčšina študentov zapísaných na technické univerzity (zväčša študenti stredných odborných škôl) má iba teoretické vedomosti o fyzikálnych javoch, niekoľko prekonceptíí a miskoncepcií a len málo z nich absolvovalo maturitu z fyziky, čo znamená, že väčšina z nich študovala fyziku naposledy v prvom, prípadne druhom ročníku štúdia na strednej škole. Matematika sa postupne vyučuje trikrát alebo štyrikrát týždenne, fyzika sa vyučuje raz týždenne a iba v prvých dvoch rokoch, avšak na niektorých školách sa počet vyučovacích hodín znížil, alebo dokonca vylúčil. Nedostatočná úroveň vedomostí z fyziky bola preukázaná prostredníctvom niekoľkých výskumných prác (NĚMEC a kol., 2018, PINXTEN a kol., 2017, HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2016).

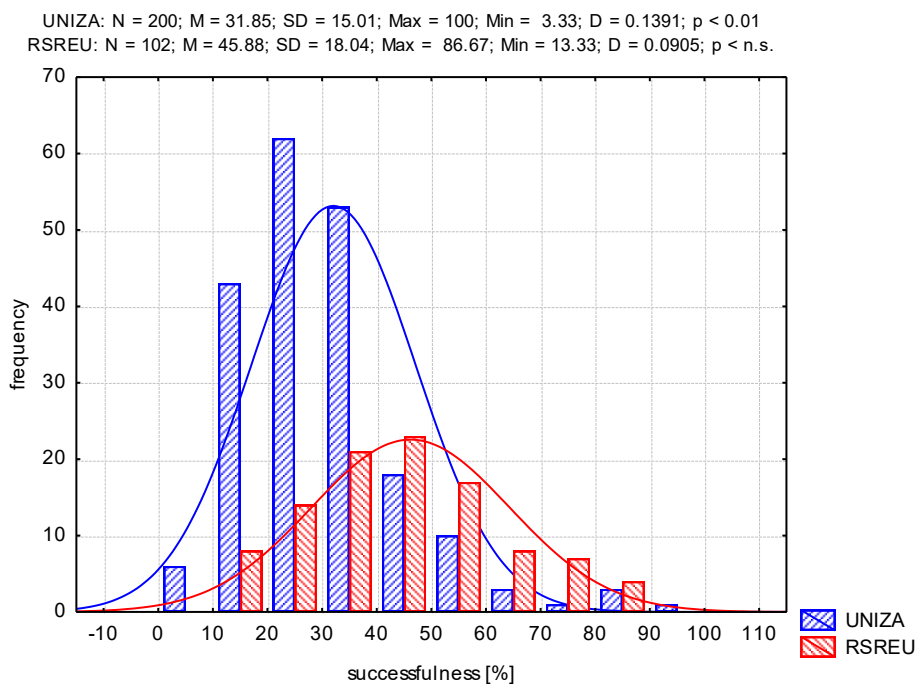
Preto sme sa rozhodli upriamiť našu pozornosť v rámci výskumu na porovnanie vstupných vedomostí študentov prichádzajúcich študovať na technické univerzity na Slovensku a v Rusku a porovnať ich chápanie Newtonovej mechaniky v prvom roku štúdia.

Študenti na Slovensku (FEIT UNIZA) navštevovali povinné výpočtové cvičenia a prednášky z fyziky, ktoré boli nepovinné. Predmet s názvom Úvod do fyziky pozostáva z 2 – 1 – 0 hodín (prednášky - cvičenia - laboratória) týždenne. Jedna hodina trvala 50 minút. Semester na Slovensku pozostáva z 13 týždňov.

V Rusku predmet s názvom Úvod do fyziky pozostáva z 1 – 1 – 1 (prednášky – cvičenie – laboratória) lekcíí týždenne. Každá lekcia trvá 1,5 hodiny. Semester v Rusku sa skladá zo 16 týždňov (štúdium sa začína už od začiatku septembra).

Na overenie vstupných vedomostí študentov fyziky (kinematika a dynamika – koncepčné porozumenie Newtonovej mechaniky) sme použili FCI test na začiatku akademického roka 2018/2019. Pre-test sa uskutočnil na začiatku semestra počas prvého týždňa a zúčastnilo sa ho 200 študentov na Slovensku a 102 študentov v Rusku. Post-test bol vykonaný na konci semestra (po ukončení semestra a predmetu Úvod do fyziky na Slovensku aj v Rusku).

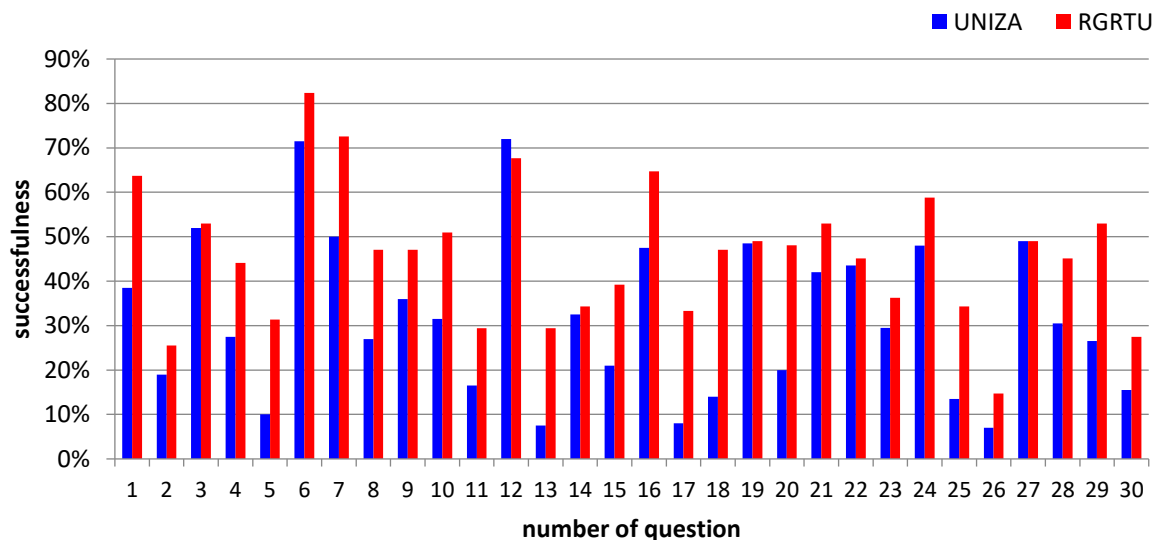
Výsledky (obr. 63, tab. 21) (HOCKICKO A KOL., 2019, ICERI2019) pre-testu naznačujú, že existuje štatisticky významný rozdiel medzi priemerným FCI skóre v pre-testoch študentov na Slovensku (Žilinská univerzita (UNIZA), Fakulta elektrotechniky a informačných technológií (FEIT)) a v Rusku (Štátna rádiotechnická univerzita v Ryazani pomenovaná po V.F. Utkinovi (RSREU), Fakulta elektroniky) na začiatku semestra.



Obr. 63 Histogram zobrazujúci výsledky FCI pre-testov na univerzitách UNIZA a RSREU (2018/2019)

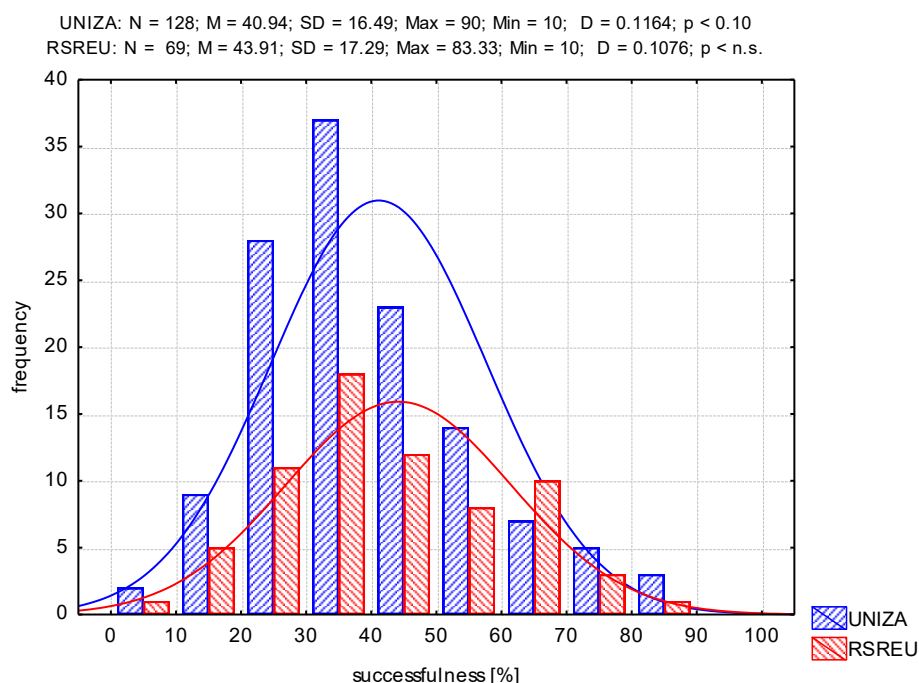
Tab. 21 F-test a t-test: dvojjzorkový s predpokladom nerovnakých odchylok (FCI pre-test) (2018/2019)

	RSREU	UNIZA
Mean	45,88	31,85
Variance	325,45	225,32
Observations	102,00	200,00
df	101,00	199,00
F	1,44	
P(F<=f) one-tail	0,01	
F Critical one-tail	1,32	
df	174	
t Stat	6,75	
P(T<=t) one-tail	1,04E-10	
t Critical one-tail	1,65	
P(T<=t) two-tail	2,08E-10	
t Critical two-tail	1,97	



Obr. 64 Analýza jednotlivých odpovedí na otázky FCI na oboch univerzitách v pre-teste (2018/2019)

Zdá sa, že otázky 2, 4, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 25, 26 a 30 testu FCI boli pre študentov oboch univerzít najproblematickejšie (obr. 64). Výsledky (obr. 65, tab. 22) (HOCKICKO A KOL., 2019, ICERI2019) post-testu indikujú, že medzi priemerným post-testovým skóre FCI študentov na Slovensku a v Rusku na konci semestra nie je štatisticky významný rozdiel.



Obr. 65 Histogram zobrazujúci výsledky FCI post-testu na univerzitách UNIZA a RSREU (2018/2019)

Tab. 22 F-test dvojvzorkový pre odchýlky a t-test dvojvzorkový za predpokladu rovnakých odchýlok (post-test) (2018/2019)

	RSREU	UNIZA
Mean	43,91	40,94
Variance	299,01	271,91
Observations	69	128
df	68	127
F	1,10	
P(F<=f) one-tail	0,32	
F Critical one-tail	1,41	
Pooled Variance	281,36	
t Stat	1,19	
P(T<=t) one-tail	0,12	
t Critical one-tail	1,65	
P(T<=t) two-tail	0,24	
t Critical two-tail	1,97	

Priemerná percentuálna úspešnosť študentov FEIT v FCI pre-teste bola 32 % a v tomto teste 6 študentov dosiahlo úspešnosť nad 60 %. Priemerná percentuálna úspešnosť študentov FEIT v FCI post-teste bola 41 % a v tomto teste dosiahlo 60 % alebo vyššiu úspešnosť 19 zo 128 študentov. Priemerná percentuálna úspešnosť študentov RSREU v FCI pre-teste bola 46 % a v tomto teste dosiahlo úspešnosť nad 60 % 22 študentov. Priemerná percentuálna úspešnosť študentov RSREU v FCI post-teste bola 44 % a v tomto teste dosiahlo 60 % alebo vyššiu úspešnosť 14 zo 69 študentov.

Z detailnej analýzy jednotlivých odpovedí vyplynulo, že bežná mylná predstava súvisí väčšinou s tvrdením: „*Pohyb si vždy vyžaduje silu pôsobiacu v smere pohybu*“.

V otázke 2 sa mylná predstava obvykle týka predstavy študentov, že „*ťažšie predmety padajú rýchlejšie*“ (51 % študentov z UNIZA a 37 % študentov z RSREU označilo nesprávnu odpoveď 2D v pre-teste, v post-teste 31 % študentov z UNIZA a 28 % študentov z RSREU označilo nesprávnu odpoveď 2D).

Otázka 14 súvisí s mylnou predstavou „*hmotnosť ako príčina zastavenia objektu*“ (40 % (UNIZA) a 47 % (RSREU) označilo nesprávnu odpoveď 14A v pre-teste, v post-teste 28 % (UNIZA) a 48 % (RSREU) označená nesprávna odpoveď 14A). Vidíme, že táto mylná predstava na UNIZA bola eliminovaná.

Otázka 4 súvisí s nasledujúcou mylnou predstavou: „*väčšia hmotnosť znamená väčšiu silu*“ (69 % (UNIZA), 50 % (RSREU) respondentov označilo nesprávnu odpoveď 4A v pre-teste, v post-teste 40 % (UNIZA) a 28 % (RSREU) respondentov označilo nesprávnu odpoveď 4A), otázka 15 súvisí s nasledujúcou mylnou predstavou: „*najaktívnejší objekt pôsobí najväčšou silu*“ (58 % (UNIZA) a 51 % (RSREU) študentov označilo nesprávnu

odpoveď 15C v pre-teste, v post-teste 41 % (UNIZA) a 30 % (RSREU) študentov označilo zlú odpoveď 15C). Táto mylná predstava bola na oboch univerzitách eliminovaná.

Nízke skóre v otázke 13 odhaľuje mylnú predstavu o pretrvávajúcej sily po kontakte: „rozptýlenie impulzu“ (43 % (UNIZA) a 38 % (RSREU) označilo v pre-teste nesprávne 13C, v post-teste 47 % (UNIZA) a 29 % (RSREU) označili ako nesprávne 13C). Na UNIZA sa zvýšil počet nesprávnych odpovedí, v RSREU bola táto mylná predstava eliminovaná.

Otázka 11 súvisí s nasledujúcou mylnou predstavou: „prekážky nevyvíjajú žiadnu silu“ a „impulz vytvorený nárazom“ (49 % (UNIZA) a 27 % (RSREU) označilo nesprávne 11B, 25 % (UNIZA) a 29 % (RSREU) označilo nesprávne 11C v pre-teste, v post-teste 28 % (UNIZA) a 16 % (RSREU) označilo nesprávne 11B, 41 % (UNIZA) a 29 % (RSREU) označilo nesprávne 11C). Jedna nesprávna odpoveď bola na UNIZA eliminovaná, ale počet ďalších nesprávnych odpovedí sa zvýšil.

Otázka 17 súvisí s nasledujúcou mylnou predstavou: „pohyb je určený najväčšou silou“ (58 % (UNIZA) a 37 % (RSREU) označilo v pre-teste nesprávne 17A, v post-teste 66 % (UNIZA) a 17% (RSREU) označilo ako nesprávne 17A). Počet nesprávnych odpovedí na UNIZA sa zvýšil, na RSREU sa znížil.

Mylná predstava „pohybu, keď sila prekoná odpor prostredia“ súvisí s otázkou 25 (29 % (UNIZA) a 45 % (RSREU) označilo nesprávne 25D v pre-teste, v post-teste 21 % (UNIZA) a 42 % (RSREU) označilo nesprávnu odpoveď 25D) a otázka 26 (26 % (UNIZA) a 31 % (RSREU) v pre-teste, v post-teste 25 % (UNIZA) a 38 % (RSREU)) označilo nesprávnu 26B, táto odpoveď sa týka aj mylnej predstavy „odpor stojí proti sile / impulzu“. Mylná predstava „rýchlosť úmerná pôsobiacej sile“ súvisí aj s otázkou 26 (37 % (UNIZA) a 26 % (RSREU) označilo nesprávnu odpoveď 26A v pre-teste, v post-teste 38 % (UNIZA) a 23 % (RSREU) označilo nesprávne 26A). Táto mylná predstava bola mierne eliminovaná na RSREU, ale nie na UNIZA.

Nízke skóre v otázke 20 odhaľuje mylnú predstavu: „nerozlišovanie medzi rýchlosťou a zrýchlením“ (41 % (UNIZA) a 31 % (RSREU) označilo nesprávnu odpoveď 20C v pre-teste, v post-teste 40 % (UNIZA) a 35 % (RSREU) označilo nesprávnu odpoveď 20C). V RSREU sa táto mylná predstava mierne zvýšila.

V otázkach 5 a 30 má mylná predstava obvykle chápanie: „impulz vytvorený nárazom“ (23 % označilo nesprávne 5C, 27 % označilo 5D, 35 % označilo 5E (UNIZA), 26 % označilo nesprávne 5C (RSREU) v pre-teste, v post-teste 22 % označilo nesprávne 5C, 24 % označilo 5D a 42 % označilo 5E (UNIZA); 67 % (UNIZA) a 59 % (RSREU) označilo nesprávne 30E v pre-teste, v post-teste 61 % (UNIZA) a 35 % (RSREU) označilo nesprávne 30E (v RSREU

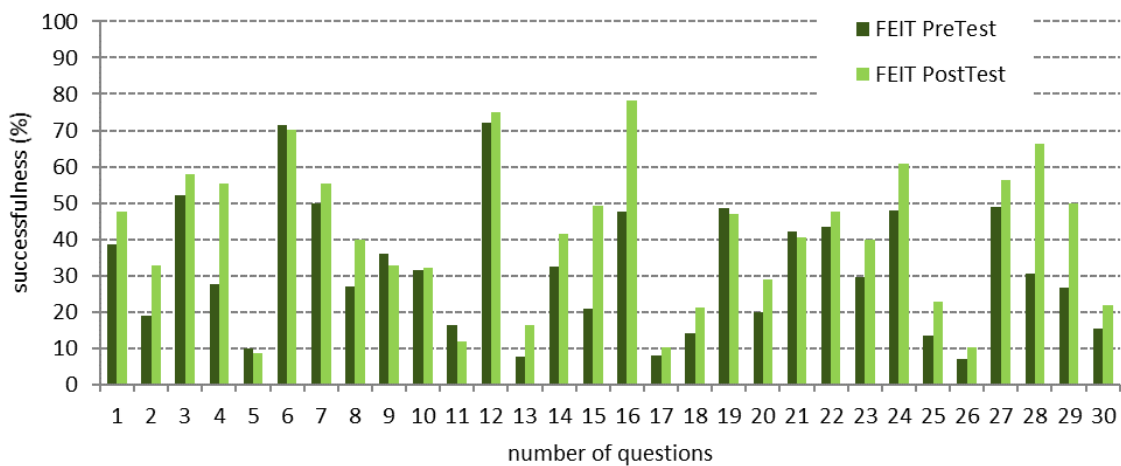
bola mylná predstava eliminovaná)), otázka 18 „odstredivá sila“ je problematická (40 % (UNIZA) a 22 % (RSREU) označili nesprávnu odpoveď 18D v pre-teste, v post-teste 43 % (UNIZA) a 25 % (RSREU) označilo nesprávnu odpoveď 18D) - tu sa zvýšil počet nesprávnych odpovedí.) (HESTENES, FCI-Revised Table II).

Ostatné otázky poukazujúce na ťažkosti v správnom chápaní fyzikálnych dejov sa tiež zaoberajú elementárnymi princípmi úvodnej fyziky. Najviac správnych odpovedí mali študenti v otázkach 6 (72 % (UNIZA) a 83 % (RSREU) označili v pre-teste správne 6B, v post-teste 70 % (UNIZA) a 54 % (RSREU) označili správne 6B) a 12 (72 % (UNIZA) a 68 % (RSREU) označili v pre-teste správne 12B, v post-teste 77 % (UNIZA) a 73 % (RSREU) označili ako správne 12B). Spoločné pre tieto otázky je to, že sú viac spojené s kinematikou ako ostatné otázky.

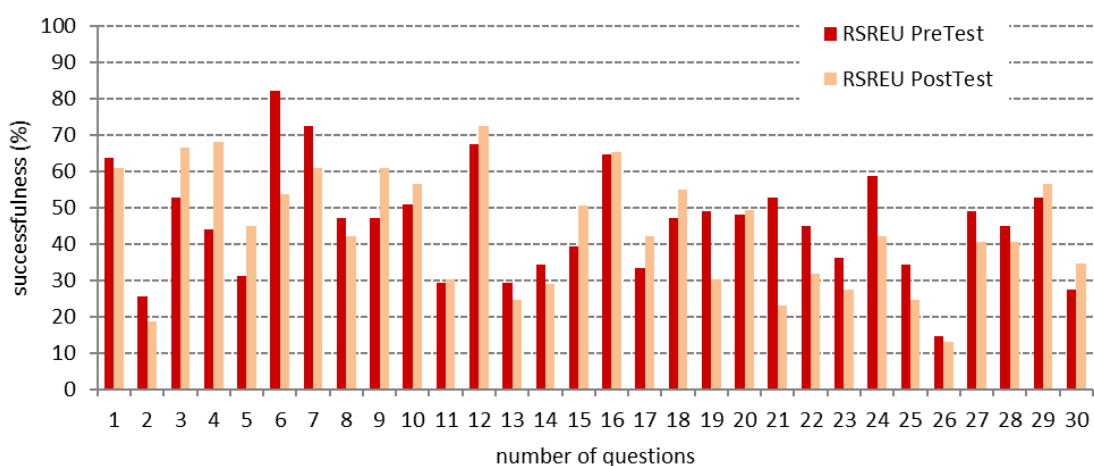
Tab. 23 Percentuálne zastúpenie jednotlivých odpovedí študentov na otázky FCI pre- a post-testu (FEIT / RSREU) (2018/2019)

otázka	FEIT Pre-test FCI					FEIT Post-test FCI					RSREU Pre-test FCI					RSREU Post-test FCI				
	odpoveď (%)					odpoveď (%)					odpoveď (%)					odpoveď (%)				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	21,5	1,5	38,5	37,0	1,5	33,6	4,7	47,7	14,1	0,0	14,9	2,0	72,3	9,9	1,0	18,8	0,0	68,1	11,6	1,4
2	19,1	12,1	3,0	51,3	14,6	32,8	16,4	10,9	31,3	8,6	25,3	20,2	6,1	37,4	11,1	18,8	21,7	18,8	27,5	13,0
3	14,0	23,0	52,0	2,0	9,0	14,1	14,8	58,6	2,3	10,2	5,9	24,5	55,9	7,8	5,9	5,8	14,5	71,0	4,3	4,3
4	68,8	1,0	1,5	1,0	27,6	39,8	2,3	1,6	0,8	55,5	50,0	2,9	0,0	2,0	45,1	27,5	4,3	0,0	0,0	68,1
5	5,5	10,0	23,0	27,0	34,5	3,1	8,6	21,9	24,2	42,2	18,8	33,7	25,7	10,9	10,9	14,5	44,9	13,0	18,8	8,7
6	22,5	71,5	3,5	1,5	1,0	15,6	70,3	8,6	4,7	0,8	13,7	83,3	0,0	2,9	0,0	39,1	53,6	2,9	2,9	1,4
7	17,0	50,0	10,5	8,0	14,5	10,2	55,5	14,8	3,1	16,4	15,7	72,5	3,9	3,9	3,9	18,8	60,9	13,0	4,3	2,9
8	42,0	27,0	2,0	6,5	22,5	32,0	39,8	0,8	7,8	19,5	13,7	48,0	2,0	4,9	31,4	11,6	42,0	2,9	29,0	14,5
9	0,5	30,0	29,0	4,5	36,0	1,6	25,8	39,1	0,8	32,8	2,9	12,7	23,5	12,7	48,0	4,3	11,6	20,3	2,9	60,9
10	31,8	6,1	17,7	29,3	15,2	32,0	5,5	24,2	22,7	15,6	51,0	2,9	2,9	31,4	11,8	56,5	4,3	14,5	17,4	7,2
11	7,0	49,0	25,0	16,5	2,5	12,5	28,1	41,4	11,7	6,3	7,8	26,5	29,4	6,9	21,7	15,9	29,0	30,4	2,9	2,9
12	0,0	72,4	24,1	3,0	0,5	0,8	76,6	20,3	2,3	0,0	1,0	68,3	28,7	2,0	0,0	1,4	72,5	23,2	0,0	2,9
13	11,0	38,0	43,0	7,5	0,5	6,3	30,5	46,9	16,4	0,0	9,9	20,8	37,6	29,7	2,0	24,6	17,4	29,0	24,6	4,3
14	40,0	17,5	9,5	32,5	0,5	28,1	13,3	17,2	41,4	0,0	47,1	14,7	3,9	34,3	0,0	47,8	17,4	5,8	29,0	0,0
15	21,0	12,5	57,5	8,5	0,5	49,2	8,6	40,6	1,6	0,0	39,2	4,9	51,0	3,9	1,0	50,7	10,1	30,4	4,3	4,3
16	47,5	11,5	31,5	8,5	1,0	78,1	5,5	11,7	3,9	0,8	64,7	3,9	20,6	2,9	7,8	65,2	10,1	17,4	2,9	4,3
17	58,0	8,0	2,5	20,5	11,0	65,6	10,2	1,6	16,4	6,3	37,4	34,3	5,1	9,1	14,1	17,4	42,0	5,8	10,1	24,6
18	7,0	14,0	27,0	40,0	12,0	1,6	21,1	20,3	43,0	14,1	8,8	47,1	13,7	21,6	8,8	1,4	55,1	7,2	24,6	11,6
19	10,1	4,0	11,1	25,8	49,0	10,2	3,9	10,2	28,9	46,9	22,5	1,0	7,8	19,6	49,0	23,2	8,7	14,5	23,2	30,4
20	21,5	11,5	40,5	20,0	6,5	22,7	6,3	39,8	28,9	2,3	7,8	8,8	31,4	48,0	3,9	7,2	5,8	34,8	49,3	2,9
21	8,0	15,0	16,5	18,5	42,0	4,7	12,5	23,4	18,8	40,6	9,8	12,7	10,8	13,7	52,9	14,5	15,9	10,1	36,2	23,2
22	24,6	43,7	2,5	26,6	2,5	31,3	46,9	2,3	17,2	2,3	25,5	45,1	2,0	26,5	1,0	27,5	31,9	10,1	26,1	4,3
23	18,0	29,5	16,5	28,0	8,0	17,2	39,1	18,8	21,1	3,9	4,9	36,3	22,5	27,5	8,8	10,1	27,5	15,9	34,8	11,6
24	48,0	5,0	32,0	8,5	6,5	60,9	3,9	28,1	2,3	4,7	59,4	4,0	19,8	7,9	8,9	42,0	13,0	29,0	5,8	10,1
25	8,5	20,5	13,5	28,5	29,0	9,4	14,1	22,7	21,1	32,8	2,0	6,9	34,7	44,6	11,9	5,8	13,0	26,1	42,0	13,0
26	36,7	25,6	7,5	23,1	7,0	38,3	25,0	4,7	21,9	10,2	25,7	30,7	5,0	23,8	14,9	23,2	37,7	7,2	18,8	13,0
27	34,5	14,0	49,0	1,5	1,0	29,7	11,7	56,3	1,6	0,8	36,6	9,9	49,5	1,0	3,0	31,9	18,8	40,6	4,3	4,3
28	1,5	19,0	3,0	46,0	30,5	3,1	4,7	4,7	21,1	66,4	4,0	22,2	4,0	23,2	46,5	7,2	14,5	11,6	26,1	40,6
29	47,0	26,5	3,0	21,0	2,5	25,8	50,8	2,3	17,2	3,9	17,8	54,5	1,0	23,8	3,0	14,5	56,5	8,7	17,4	2,9
30	1,0	15,0	15,5	2,0	66,5	3,9	11,7	21,9	1,6	60,9	0,0	7,9	27,7	5,0	59,4	11,6	7,2	36,2	10,1	34,8

V tab. 23 (TARJÁNYIOVÁ A KOL., 2020) je možné vidieť údaje s percentom študentov, ktorí boli úspešní pri riešení jednotlivých úloh (vyznačené tučným písmom). Podľa údajov v týchto tabuľkách vidno, ktoré nesprávne odpovede sa vyskytujú najčastejšie medzi jednotlivými odpoveďami študentov FEIT a RSREU. Niektoré nesprávne odpovede sa vyskytujú u viac ako polovice študentov FEIT (otázky 2, 4, 15, 17, 30) a u viac ako polovice študentov RSREU (otázky 15, 30) (na sivom pozadí). Najmenšie problémy mali študenti FEIT s otázkami č. 6, 12, viac ako 70 % študentov na ne odpovedalo správne. Najťažšie otázky boli 5, 17, 26 pre FEIT, kde v pre-teste aj post-teste nie viac ako 10 % študentov vedelo správne odpovedať. Analýzou testovacích otázok FCI sme odhalili niektoré mylné predstavy – miskoncepce, týkajúce sa rôznych oblastí klasickej fyziky.



Obr. 66 Analýza jednotlivých otázok FCI pre-testu a post-testu študentov FEIT (2018/2019)



Obr. 67 Analýza jednotlivých otázok FCI pre-testu a post-testu študentov RSREU (2018/2019)

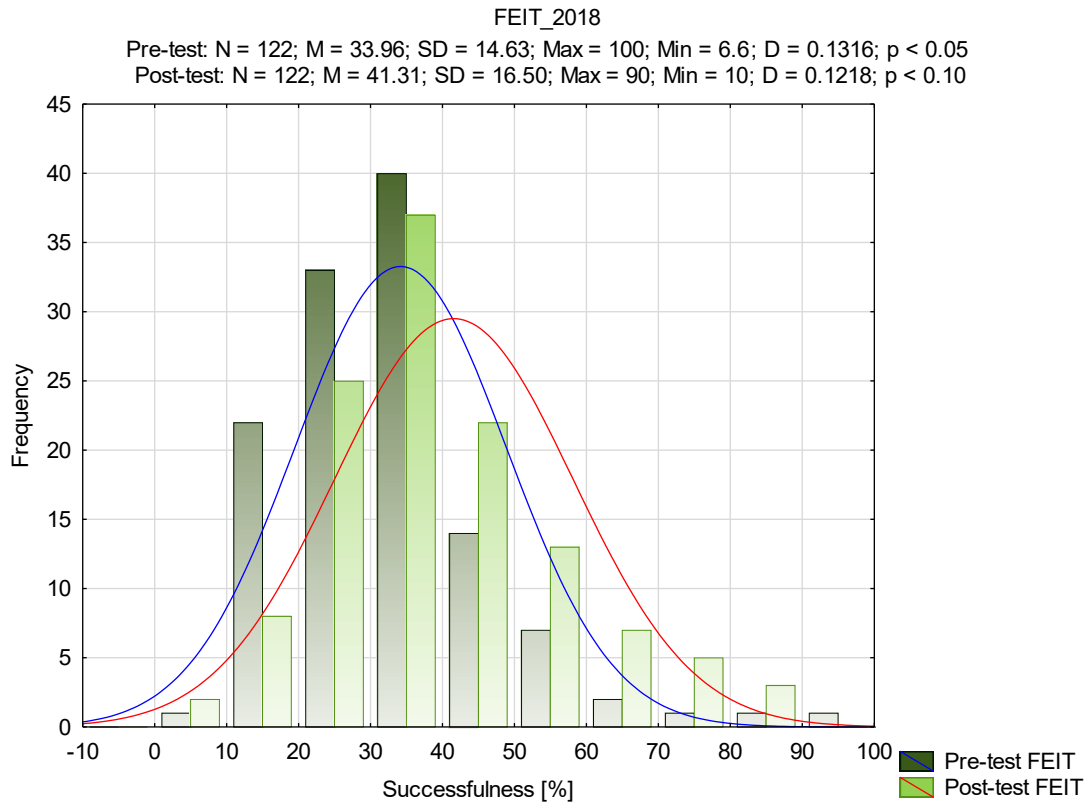
Ako vidno z tab. 23, obr. 66, obr. 67 (TARJÁNYIOVÁ A KOL., 2020) úspešnosť študentov FEIT vzrástla vo väčšine otázok okrem otázok 5, 6, 9, 11, 19, 21, kde bol

zaznamenaný pokles. Úspešnosť študentov RSREU sa zvýšila v štrnástich otázkach, v šesťnástich otázkach došlo k poklesu. V otázkach 4, 15, 16, 28, 29 (FEIT), 3, 4 (RSREU) bol normalizovaný zisk $g_N > 0,3$ (normalizovaný zisk $0,3 < g_N < 0,7$ znamená, že výučba bola stredne efektívna, $g_N > 0,7$ znamená, že študenti dosiahli veľké zlepšenie a výučba sa považuje za veľmi efektívnu).

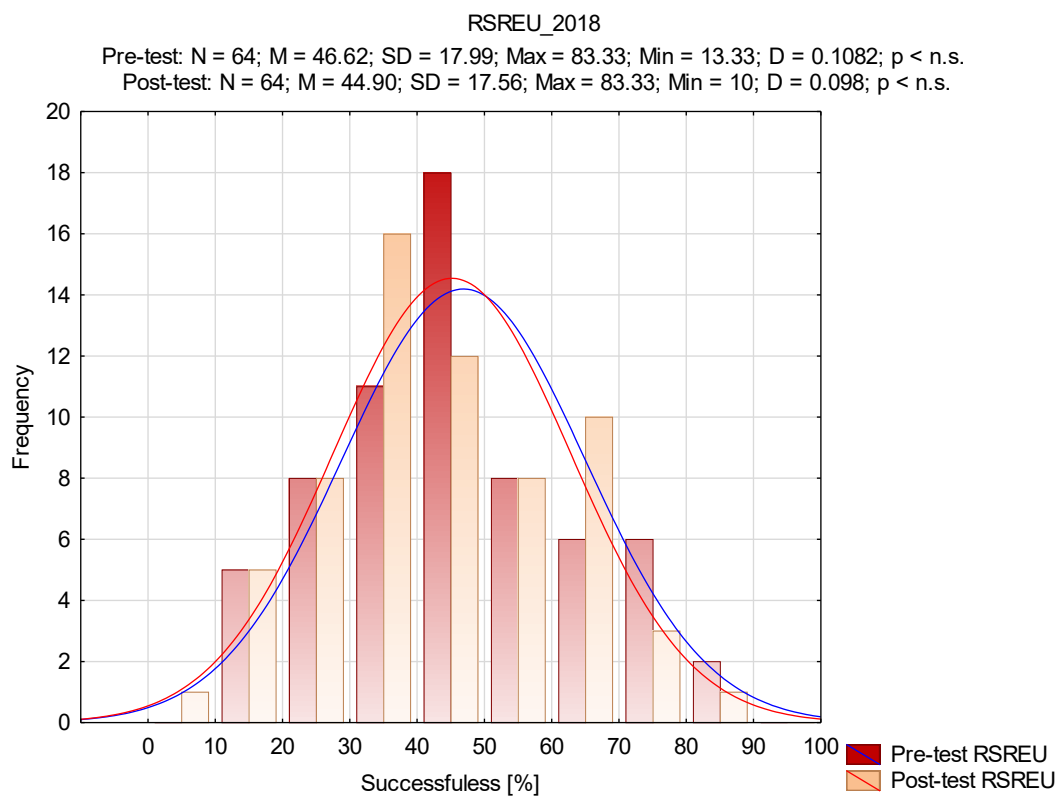
Na ďalšiu analýzu sme použili iba odpovede tých študentov, ktorí sa zúčastnili pre- a post-testu, a zároveň odpovedali na všetky otázky. Výsledkom párovania sa počet študentov v prvom semestri znížil na 122 študentov FEIT a 64 študentov RSREU. Na obr. 68, obr. 69 (TARJÁNYIOVÁ A KOL., 2020) vidíme výsledky FCI pre- a post-testu po spárovaní študentov. Na FEIT priemerná úspešnosť študentov v teste FCI poukazuje na zvýšenú úroveň vedomostí medzi študentmi, ktorí sa zúčastnili predmetu Úvod do fyziky (pre-test $M = 33,96\%$, post-test $M = 41,31\%$). V RSREU ukazuje priemerná úspešnosť študentov v teste FCI na zníženú vedomostnú úroveň študentov navštevujúcich fyziku (pre-test $M = 46,61\%$, post-test $M = 44,90\%$). Keď porovnáme vstupné a výstupné hodnoty, vidíme, že výstup vedomostí z testu FCI študentov FEIT je vyšší po absolvovaní predmetu Úvod do fyziky v akademickom roku 2018/2019. Výsledky v tab. 24 naznačujú, že existuje štatisticky významný rozdiel v priemerných hodnotách FCI skóre post-testu a pre-testu študentov FEIT na konci a na začiatku semestra. Výsledky v tab. 25 naznačujú, že nie je štatisticky významný rozdiel v priemernom FCI skóre post-testu a pre-testu študentov RSREU na konci a na začiatku semestra. Napriek zvýšeniu vedomostí študentov FEIT však študenti FEIT nedosahujú úroveň vstupných vedomostí študentov RSREU. Výsledky nášho predchádzajúceho výskumu ukazujú, že úroveň výsledkov našich študentov je nižšia ako úroveň študentov študujúcich na univerzitách v zahraničí (Tampere University of Applied Sciences a RSREU) (HOCKICKO, TILLI, 2015).

Tab. 24 Párový Studentov t-test (FEIT 2018/2019) – pre-test a post-test

<i>FEIT</i>	<i>Post-test</i>	<i>Pre-test</i>
Mean	41,31	33,96
Variance	272,10	214,02
Observations	122	122
Pearson Correlation	0,70	
df	121	
t Stat	6,62	
P(T<=t) one-tail	5,32E-10	
t Critical one-tail	1,66	
P(T<=t) two-tail	1,06E-09	
t Critical two-tail	1,98	



Obr. 68 Histogram FCI pre-testu a post-testu (FEIT 2018/2019)

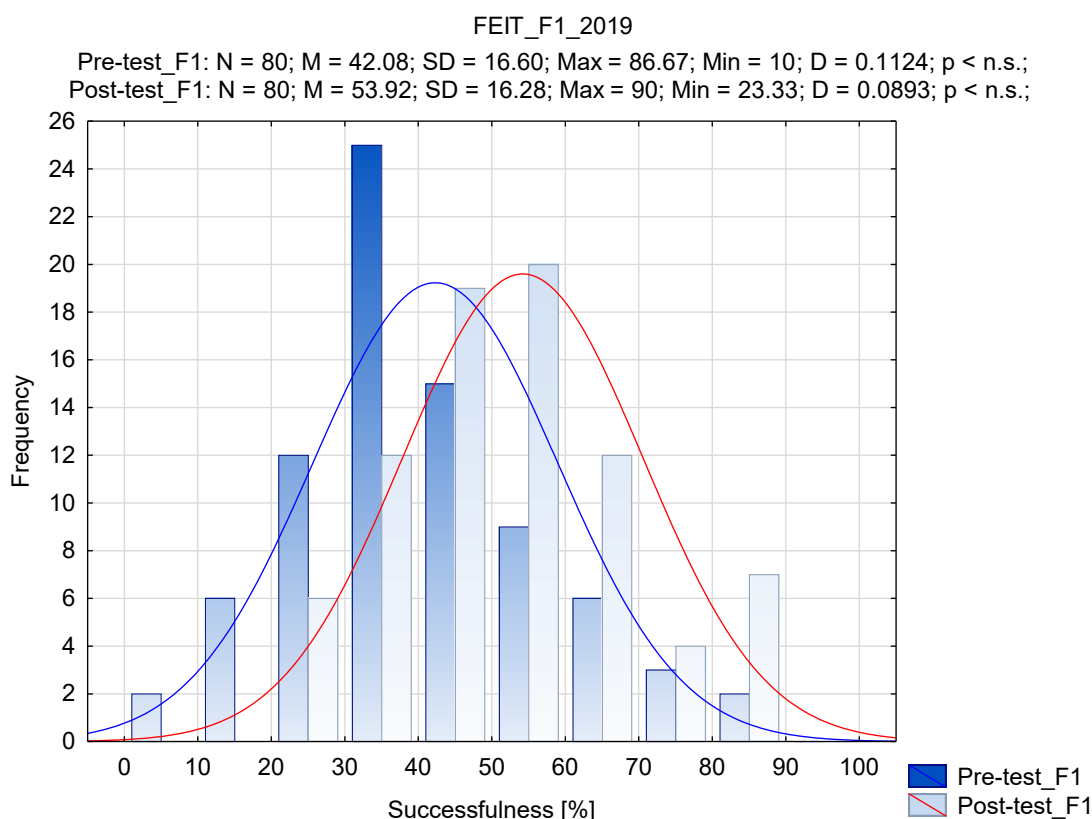


Obr. 69 Histogram FCI pre-testu a post-testu (RSREU 2018/2019)

Tab. 25 Párový Studentov t-test (RSREU 2018/2019) – pre-test a post-test

RSREU	Post-test	Pre-test
Mean	44,90	46,61
Variance	308,28	323,63
Observations	64	64
Pearson Correlation	0,20	
df	63	
t Stat	-0,611	
P(T<=t) one-tail	0,27	
t Critical one-tail	1,67	
P(T<=t) two-tail	0,54	
t Critical two-tail	2,00	

Ďalšie štúdium študentov FEIT však pozitívne ovplyvnilo získavanie vedomostí z fyziky, a tým zvýšilo ich vedomostnú úroveň. Po absolvovaní ďalšieho kurzu Fyziky I v druhom semestri akademického roku 2018/2019 dosiahli študenti priemernú percentuálnu úspešnosť 53,6 % (96 študentov). Na FEIT priemerná úspešnosť študentov v teste FCI poukazuje na zvýšenú úroveň vedomostí študentov, ktorí sa zúčastnili Fyziky I (pre-test M = 42,08 %, post-test M = 53,92 % (N = 80)) a po absolvovaní Fyziky I študenti FEIT dosiahli v akademickom roku 2018/19 vyššiu úroveň ako študenti RSREU (obr. 70).

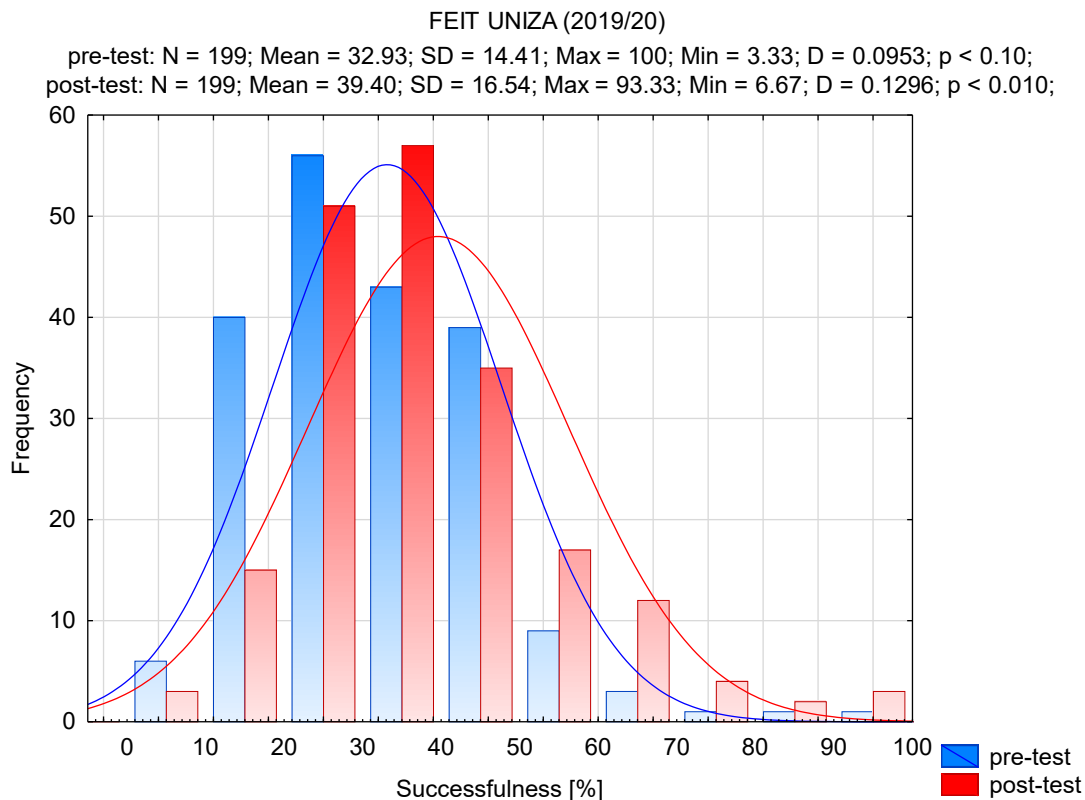


Obr. 70 Histogram FCI pre-testu a post-testu po absolvovaní kurzu Fyzika 1 (FEIT 2018/2019)

Tab. 26 Post-test a pre-test po kurze Fyzika 1 – FEIT (2018/19)

FEIT	Post-test	Pre-test
Mean	53,92	42,08
Variance	265,20	275,49
Observations	80	80
Pearson Correlation	0,57	
df	79	
t Stat	6,97	
P(T<=t) one-tail	4,36E-10	
t Critical one-tail	1,66	
P(T<=t) two-tail	8,71E-10	
t Critical two-tail	1,99	

V akademickom roku 2019/2020 sme pokračovali v testovaní a porovnávaní výsledkov na dvoch technických univerzitách (a aj elektrotechnických fakultách) na Slovensku – FEIT UNIZA a v Rusku – RSREU. Pre-testu a post-testu sa zúčastnilo 199 študentov FEIT UNIZA a 76 študentov RSREU (Fakulta elektroniky). Výsledky (obr. 71, tab. 27) (HOCKICKO A KOL., 2020, ICERI2020) pre- a post-testu naznačujú, že existuje štatisticky významný rozdiel medzi dosiahnutým skóre v pre-teste ($M = 33\%$) a post-teste ($M = 39\%$) FCI skóre študentov na Slovensku (FEIT) na začiatku a na konci semestra ($p < 7,2E-15$) (minulý rok (2018/19) bola situácia podobná: M (pre-test) = 32% ; M (post-test) = 41%).



Obr. 71 Histogram zobrazujúci výsledky FCI pre- a post-testu na FEIT UNIZA v 2019/2020

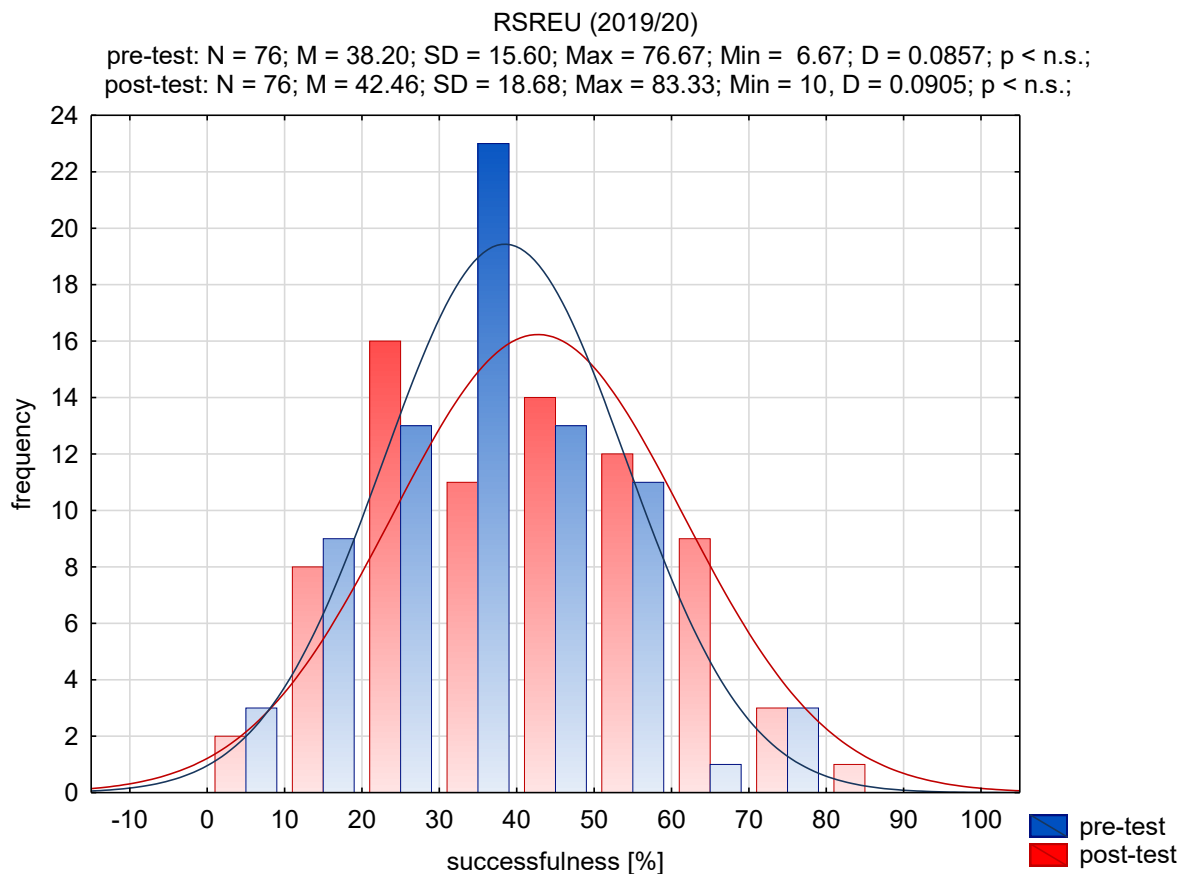
Tab. 27 Párový Studentov t-test (FEIT 2019/20)

	Post-test	Pre-test
Mean	39,40	32,93
Variance	273,5964	207,5817
Observations	199	199
Pearson Correlation	0,763797	199,00
df	198	
t Stat	8,42759	
P(T<=t) one-tail	3,6E-15	
t Critical one-tail	1,652586	
P(T<=t) two-tail	7,19E-15	
t Critical two-tail	1,972017	

Na RSREU bola pozorovaná zvýšená vedomostná úroveň študentov, ktorí sa zúčastnili Kurzu fyziky (M (pre-test) = 38 %, M (post-test) = 42 %). Výsledky v tab. 28 (HOCKICKO A KOL., 2020, ICERI2020) naznačujú, že neexistuje štatistický rozdiel v priemernom skóre FCI medzi post-testom a pre-testom študentov RSREU na začiatku a na konci semestra ($p > 0,05$, predpoklad rozdielov bol aplikovaný s pravdepodobnosťou 95% ($\alpha = 5\%$)) (v porovnaní s predchádzajúcim akademickým rokom (2018/2019): (M (pre-test) = 46 %, M (post-test) = 44 %).

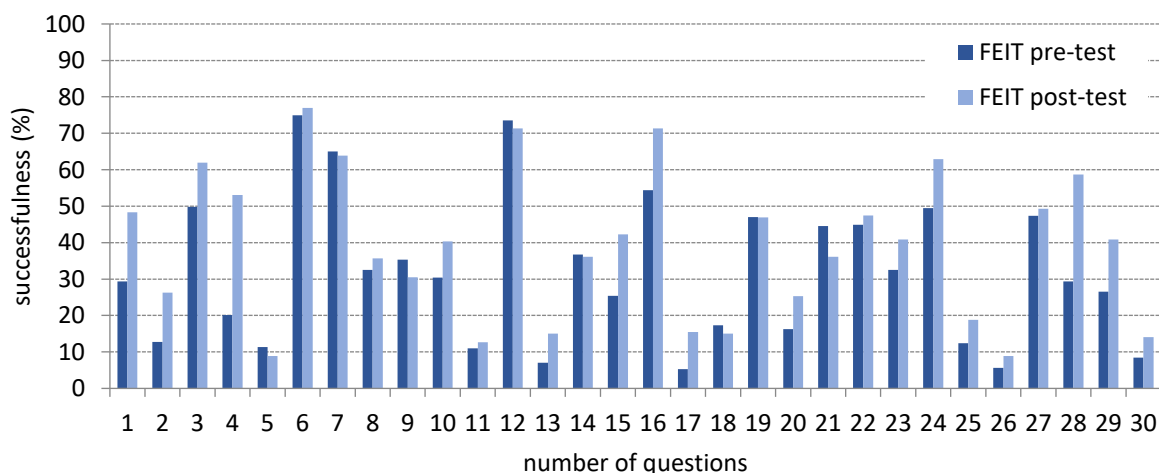
Tab. 28 Párový Studentov t-test (RSREU 2019/20)

	Post-test	Pre-test
Mean	42,46	38,20
Variance	348,85	243,39
Observations	76	76
Pearson Correlation	0,41	
df	75	
t Stat	1,975	
P(T<=t) one-tail	0,0260	
t Critical one-tail	1,665	
P(T<=t) two-tail	0,051	
t Critical two-tail	1,992	

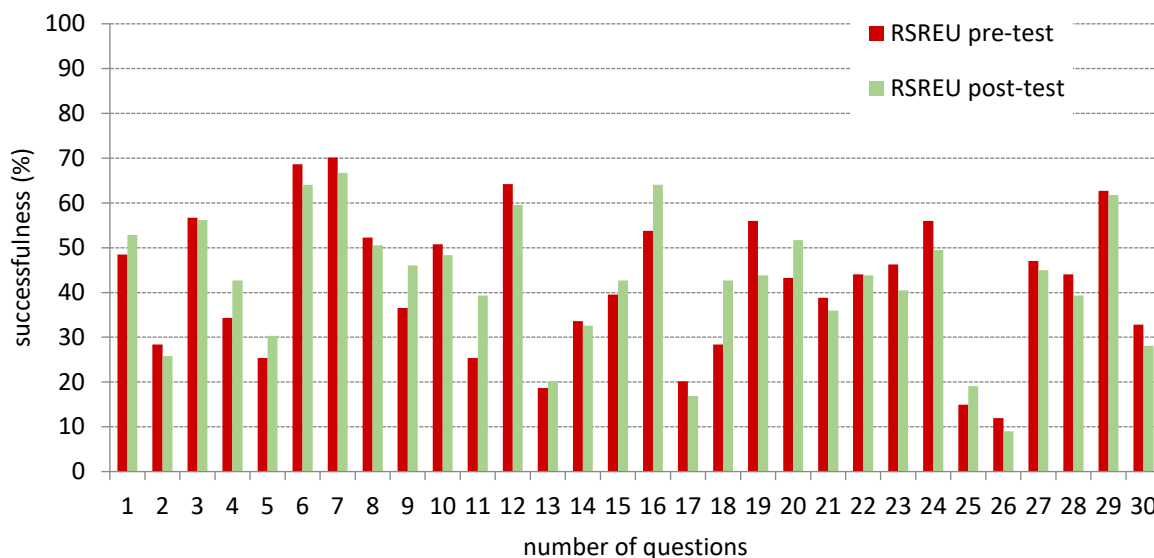


Obr. 72 Histogram zobrazujúci výsledky FCI pre- a post-testu na RSREU v 2019/2020

Keď porovnáme vstupné a výstupné hodnoty, vidíme, že výstup testu FCI, ktorým sú vedomosti študentov oboch univerzít, je vyšší po absolvovaní kurzov Úvod do fyziky (FEIT) a Fyzika (RSREU) v akademickom roku 2019/2020 (obr. 71, obr. 72) (HOCKICKO A KOL., 2020, ICERI2020). Podrobnú analýzu jednotlivých otázok možno vidieť obr. 73 (FEIT) a obr. 74 (RSREU) (HOCKICKO A KOL., 2020, ICERI2020).



Obr. 73 Pre-test a post-test (FEIT 2019/20) - analýza jednotlivých otázok FCI testu



Obr. 74 Pre-test a post-test (RSREU 2019/20) - analýza jednotlivých otázok FCI testu

Ako je zrejmé z obrázku obr. 73, úspešnosť študentov (post-test FEIT) sa zvýšila vo väčšine otázok (23), s výnimkou otázok 5, 7, 9, 12, 14, 18, 21 (7), kde došlo k poklesu.

Úspešnosť študentov (post-test RSREU) sa zvýšila v 11 otázkach, v 19 otázkach je pokles, obr. 74.

Podrobná analýza jednotlivých otázok nám pomohla potvrdiť niekoľko miskoncepcií, napríklad:

„Väčšia hmotnosť znamená väčšiu silu“ (otázky: 4, 15, 16, 28) a

„najaktívnejší prvok pôsobí najväčšou silu“ (otázky: 15, 16, 28).

Analýza mylnej predstavy: „väčšia hmotnosť znamená väčšiu silu“:

- nesprávna odpoveď 4A (pre-test/ post-test): FEIT: 76 % / 44 %, RSREU: 61 % / 56 %,
- nesprávna odpoveď 4D (pre-test/ post-test): FEIT: 0,7 % / 0,5 %, RSREU: 1 % / 0 %,
- nesprávna odpoveď 15B (pre-test/ post-test): FEIT: 11 % / 13 %, RSREU: 10 % / 3 %,
- nesprávna odpoveď 16B (pre-test/ post-test): FEIT: 8 % / 6 %, RSREU: 6 % / 5 %,
- nesprávna odpoveď 28D (pre-test/ post-test): FEIT: 46 % / 32 %, RSREU: 15 % / 32 %,

Z analýzy odpovedí 4A a 28D môžeme vyvodiť záver, že mylná predstava „väčšia hmotnosť znamená väčšiu silu“ bola na FEIT eliminovaná.

Analýza mylnej predstavy: „najaktívnejší prostriedok produkuje najväčšiu silu“:

- nesprávna odpoveď 15C (pre-test/ post-test): FEIT: 55 % / 43 %, RSREU: 43 % / 53 %,
- nesprávna odpoveď 16C (pre-test/ post-test): FEIT: 30 % / 18 %, RSREU: 28 % / 21 %,
- nesprávna odpoveď 28D (pre-test/ post-test): FEIT: 46 % / 32 %, RSREU: 15 % / 32 %,

Porovnanie odpovedí 15C, 16C a 28D nám ukazuje, že mylná predstava „najaktívnejší prostriedok produkuje najväčšiu silu“ bola eliminovaná na FEIT tiež.

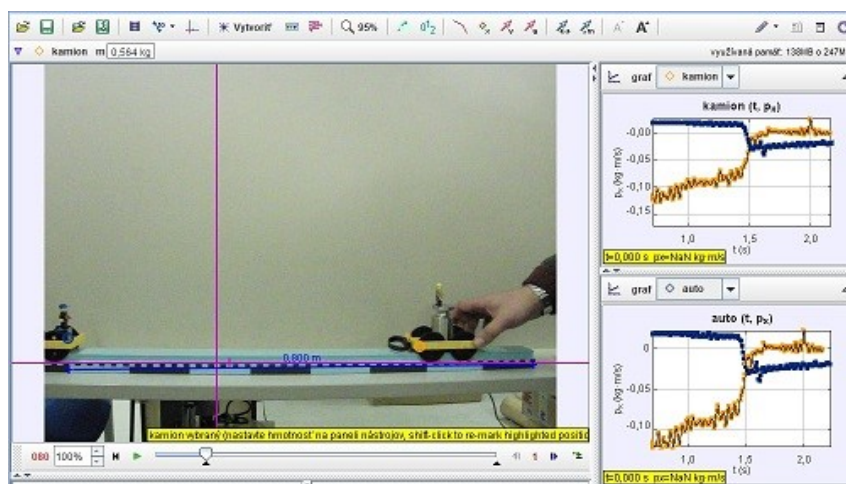
Tab. 29 Analýza konkrétnych otázok v jednotlivých akademických rokoch (2018/2019, 2019/2020) (ICERI 2020)

otázka	ak. rok	Najväčšie % nesprávnych odpovedí [%]				Správne odpovede [%]			
		FEIT		RGRTU		FEIT		RSREU	
		18/19	19/20	18/19	19/20	18/19	19/20	18/19	19/20
4	pre-test	69	76	50	61	28	20	45	34
	post-test	40	44	28	56	56	53	68	43
15	pre-test	58	55	51	43	21	26	39	40
	post-test	41	43	30	53	49	42	51	43
16	pre-test	32	30	21	28	48	55	65	54
	post-test	12	18	17	21	78	71	65	64
28	pre-test	46	46	23	23	31	30	47	44
	post-test	21	32	26	32	66	59	41	39

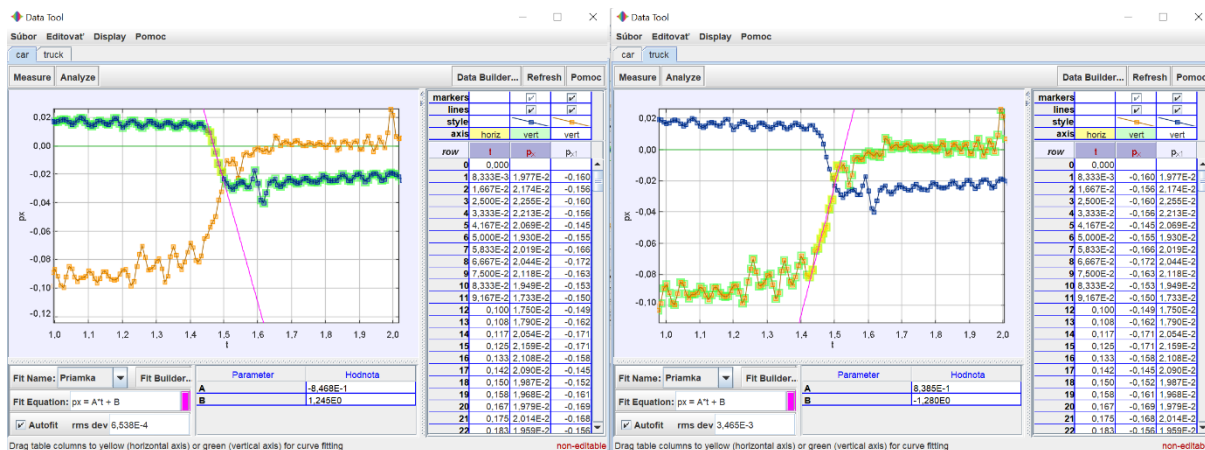
Tab. 29 (HOCKICKO A KOL., 2020, ICERI2020) ponúka analýzu nesprávnych a správnych odpovedí na vybrané otázky. Zmena oproti predpokladanému stavu je naznačená kurzívou (sivé pozadie). Chybné predstavy na FEIT boli eliminované využitím metódy VAS s použitím programu Tracker (príklad ponúka obr. 75).

Úloha pre študentov: zrážka osobného vozidla s nákladným autom:

Analyzujte zrážku automobilu s nákladným autom. Akou silou pôsobí osobné auto na nákladné auto a nákladné auto na osobné auto v čase zrážky? (hmotnosť modelu nákladného vozidla: 546 g, modelu osobného auta: 111 g, 120 fps)



Obr. 75 Riešenie úlohy pomocou videoanalýzy pomocou programu Tracker



Obr. 76 Analýza zmeny hybnosti a pôsobiacej sily

Pomocou nástroja Data Tool v programe Tracker, mohli študenti (alebo vyučujúci) na FEIT analyzovať časové závislosti polohy, rýchlosti a hybnosti (obr. 76). Hybnosť počas zrážky bolo možné vyniesť do grafu a analyzovať, aby bolo možné vidieť a vypočítať veľkosť použitých síl. Pomocou funkcie Slope učiteľ / študenti zistili, že veľkosť zmeny hybnosti počas zrážky je rovnaká (môžeme povedať „veľmi podobná“ kvôli štandardnej odchýlke) aj pre osobné aj nákladné auto, čiže pôsobia na seba rovnakou silou ($|F| \cong 0,84 \text{ N}$) (vysvetlenie tretieho Newtonovho zákona: akcie a reakcie). Na výpočet normalizovaného prírastku g_N sme použili Hakeov vzorec (Hake, 1998), kde bol rozdiel medzi celkovým percentuálnym ziskom v post-teste a pre-teste vydelený rozdielom medzi 100 % a percentuálnym ziskom v pre-teste (tab. 30) (HOCKICKO A KOL., 2020, ICERI2020).

Tab. 30 Analýza normalizovaného zisku g_N v jednotlivých rokoch pre vybrané otázky (FEIT)

Akademický rok		
otázka	2018/19	2019/20
4	0,38	0,41
15	0,36	0,22
16	0,58	0,37
28	0,51	0,41

Náš dvojiročný výskum v spolupráci s RSREU poukázal na skutočnosť, že študenti nastupujúci na univerzitu majú ťažkosti s chápaním Newtonovej mechaniky. Hĺbková analýza niektorých odpovedí v FCI pre-testoch a post-testoch, najmä pri vybraných otázkach nám ukazuje, že na konci semestra existujú rozdiely vo vedomostiach študentov.

4 Ako ďalej?

Kritické myslenie bolo integrované do učebných osnov STEM (veda, technika, inžinierstvo a matematika) v mnohých krajinách. Interaktívny prístup k výučbe fyziky núti študentov pracovať a myslieť samostatne a zdokonaľovať ich aktívne učenie. Sledovanie skutočných videí a realizácie videoanalýz pohybov pomocou programu Tracker (metóda riešenia problémových úloh pomocou videoanalýz a simulácií (VAS)) im navyše pomáha vidieť rozdiely medzi ich prekonceptami a miskonceptami - mylnými predstavami.

Pomocou štandardizovaného FCI pre- a post-testu sme analyzovali procesy výučby a učenia sa za posledné tri roky na EF/FEIT. Metóda VAS nám pomáha eliminovať mylné predstavy študentov a zlepšovať ich chápanie fyzikálnych dejov spojených s výučbou STEM.

Pre-test bol vykonaný na začiatku semestra počas prvého týždňa a zúčastnilo sa ho 129, 122, 199 študentov (študenti sa zúčastnili pre-testov a súčasne aj post-testov) v akademických rokoch 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020. Post-test sa uskutočnil na konci semestra po ukončení kurzu Úvod do fyziky.

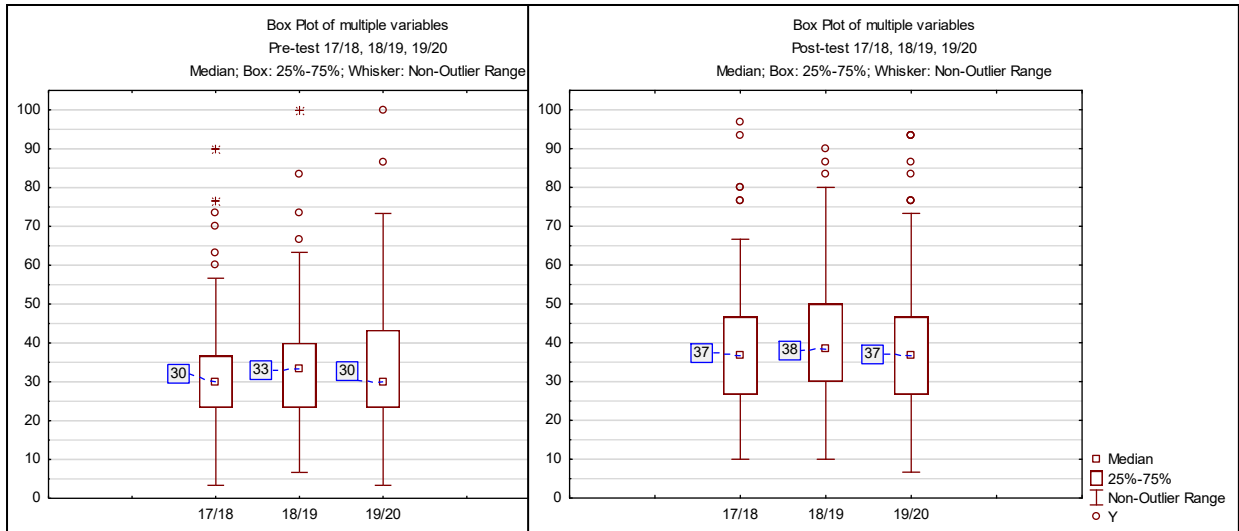
Počas prednášok bola použitá metóda VAS problémových úloh, na začiatku prednášky boli problémové úlohy kriticky prediskutované študentmi v malých skupinách, potom študenti prezentovali svoje názory, neskôr si pozreli reálne videá a na záver lektor použil videoanalýzu pohybov pomocou programu Tracker na vysvetlenie prírodných zákonov v Newtonovej mechanike. Ako vidíme na obr. 77 (HOCKICKO, TARIÁNYIOVÁ, 2020), výsledky v pre-teste sú porovnateľné. Môžeme vyhlásiť, že neexistuje štatisticky významný rozdiel medzi strednou hodnotou (M) na začiatku semestra. Použili sme F-Test: dvojvzorkový pre odchýlky a t-Test: dvojvzorkový za predpokladu nerovnakých odchýlok:

- 17/18: N = 129; M = 31,19; SD = 14,32;
- 18/19: N = 122; M = 33,97; SD = 14,63;
- 19/20: N = 199; M = 32,93; SD = 14,41.

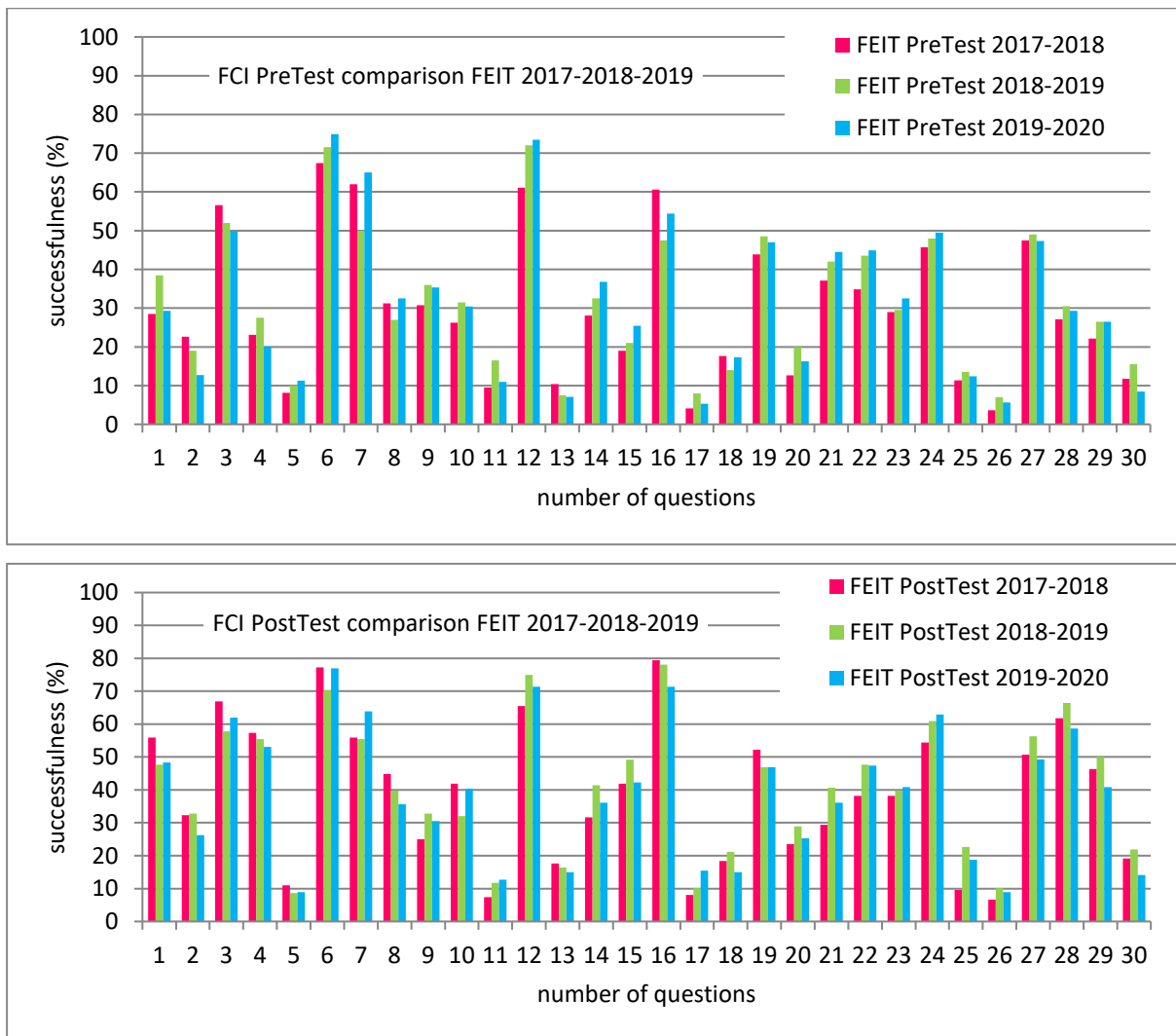
Rovnaká situácia je aj v post-teste: medzi priemerom na konci semestra nie je štatisticky významný rozdiel. Použili sme F-Test: dvojvzorkový pre odchýlky a t-Test: dvojvzorkový za predpokladu nerovnakých odchýlok:

- 17/18: M = 39,10; SD = 16,20;
- 18/19: M = 41,31; SD = 16,50;
- 19/20: M = 39,40; SD = 16,54.

Ale v tom istom akademickom roku existuje štatisticky významný rozdiel medzi strednou hodnotou FCI skóre v pre-teste a post-teste (z t-Testu, $p < 1E-14$ (v roku 2019/ 20)).



Obr. 77 Krabicové grafy výsledkov FCI pre- a post-testov v 2017/18, 2018/19, 2019/20



Obr. 78 Analýza jednotlivých otázok výsledkov FCI pre-testu a post-testu v 2017/18, 2018/19, 2019/20

Podrobná analýza jednotlivých otázok (obr. 78) (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2020) nám pomohla detegovať niektoré miskoncepce, napr.:

„Väčšia hmotnosť znamená väčšiu silu“ (otázky: 4, 15, 16, 28) a „najaktívnejší prostriedok produkuje najväčšiu silu“ (otázky: 15, 16, 28) (tab. 31) (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2020).

Na vysvetlenie tretieho Newtonovho zákona sme použili video čelného nárazu nákladného vozidla s malým kompaktným autom (obr. 75).

Tab. 31 Analýza vybraných otázok FCI počas jednotlivých akademických rokov (2017- 2019)

	ak. rok	najväčšie % nesprávnych odpovedí [%]			správne odpovede [%]		
		2017/18	2018/19	2019/20	2017/18	2018/19	2019/20
4	pre-test	72	69	76	23	28	20
	post-test	41	40	44	57	56	53
15	pre-test	58	58	55	19	21	26
	post-test	49	41	43	42	49	42
16	pre-test	24	32	30	61	48	55
	post-test	15	12	18	71	78	71
28	pre-test	49	46	46	27	31	30
	post-test	26	21	32	62	66	59

Ako z tab. 31 (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2020) vidieť, percento nesprávnych odpovedí sa eliminovalo a počet správnych odpovedí v jednotlivých rokoch vzrástol. Definícia normalizovaného váženého priemeru:

$$g_N = \frac{Post_test - Pre_test [\%]}{100 - Pre_test [\%]} \quad (1)$$

Tab. 32 Analýza normalizovaného váženého priemeru g_N v jednotlivých akademických rokoch

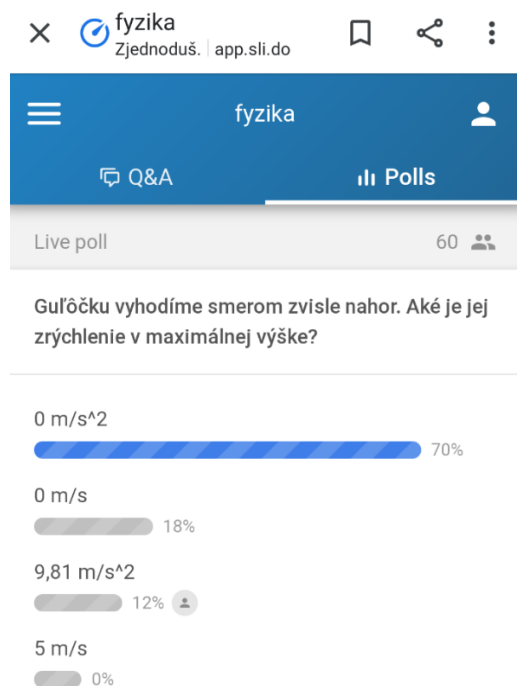
otázka	Akademický rok		
	2017/18	2018/19	2019/20
4	0,45	0,38	0,41
15	0,28	0,36	0,22
16	0,48	0,58	0,37
28	0,48	0,51	0,41

Zisk $0,3 < g < 0,7$ znamená, že výučba bola efektívna (tab. 32) (HOCKICKO, TARJÁNYIOVÁ, 2020).

Náš výskum počas niekoľkých rokov poukazuje na skutočnosť, že študenti vstupujúci na univerzitu majú ťažkosti s chápaním Newtonovej mechaniky. Za posledné 3 roky bola situácia na vstupe približne rovnaká. Taktiež aj výstupné hodnoty sa držia na zhruba porovnateľnej úrovni. Otázne je, či v budúcnosti so študentmi, ktorí prichádzajú študovať

na FEIT so zhruba rovnakými vstupnými predpokladmi a vedomosťami, sme schopní dosiahnuť lepšie výsledky v závere semestra, keďže výsledky za posledných troch rokov sa pohybujú na zhruba rovnakej úrovni. Isté však je, že pokiaľ študenti aktívne prístupujú k svojim povinnostiam a pravidelne sa zúčastňujú na prednáškach, pomocou metódy VAS je možné sa na konci prvého roku štúdia dopracovať k priemernej hodnote z FCI testov na 60 %.

Využitím moderných IKT dokážeme priamo na prednáške preveriť okamžitý stav vedomostí študentov – v akademickom roku 2020/21 bola študentom na úvodnej prednáške z predmetu Úvod do fyziky zadaná otázka: *Ak vyhodíme ocel'ovú guľôčku smerom zvisle nahor, aké bude jej zrýchlenie v maximálnej dosiahnutej výške?* Z prítomných 95 študentov na prednáške na otázku odpovedalo 60 študentov (a nie práve najlepšie) (obr. 79) (bola to prvá a zároveň posledná on-site prednáška v prvom semestri akademického roku 2020/21 v dôsledku pandémie Covid-19).



Obr. 79 Testovanie študentov na prednáške pomocou aplikácie Slido.com

Neostáva nám nič iné, len využiť všetky nadobudnuté poznatky a vedomosti z výskumu počas niekoľkých rokov prezentovaného v tejto vedeckej monografii a pomôcť študentom odstrániť chybné miskoncepcie a predstavy a naučiť ich rozumieť a chápať prírodným zákonitostiam v zmysle Newtonovej fyziky, a tak ich lepšie pripraviť na štúdium STEM predmetov, aby dokázali chápať súvislosti, vedeli aplikovať nadobudnuté poznatky, boli schopní uplatniť ich pri analýze ďalších problémov, následne ich spájali v syntéze a nakoniec správne využili pri tvorivom, kritickom a hodnotiacom posúdení.

5 Závery

Z výsledkov didaktických testov, ktoré sme robili formou pre-testu a post-testu prezentovaných v tejto publikácii od roku 2013 na jednotlivých fakultách UNIZA (FEIT(EF), SvF, Sjf, PEDaS) a taktiež z FCI testu, ktorý sme realizovali od roku 2015 je možné konštatovať, že používanie interaktívnych metód zlepšuje výsledky študentov v týchto testoch, čo potvrdzuje nárast pochopenia a vedomostí študentov z fyziky.

Ako aj ostatné výskumy potvrdzujú, pri klasickej metóde vzdelávania vo fyzike je nárast vedomostí vyjadrený normalizovaným ziskom maximálne 14 %. Túto skutočnosť významne neovplyvňuje ani osobnosť učiteľa. Študenti vyučovaní tradične dosahujú len minimálny nárast vedomostí (konceptuálne porozumenie pojmov), čo je v súlade s výsledkami výskumov I. Hallouna a D. Hestenesa (a ďalších), že tradičná forma výučby vedie len k deklaratívnym vedomostiam, ktoré neznamenajú aj konceptuálne porozumenie preberanej látky.

Použitie interaktívnych metód zvyšuje názornosť preberaného učiva, zvyšuje pozornosť študentov, núti ich samostatne pracovať a myslieť a pomáha odbúravať miskoncepce získané na nižších stupňoch vzdelávania.

Ak chceme dosiahnuť lepšie výsledky so súčasnou kvalitou študentov, zdá sa, že je potrebné používať efektívnejšie interaktívne metódy vo výuke a zamerať sa viac na aktívny a kreatívny koncepčný prístup, aby sme už na začiatku zvýšili chápanie a odbornosť študentov.

Prezentované výsledky naznačujú, že vzdelávanie založené na projektoch, na problémoch, interaktívnych metódach, aplikácii konceptuálnych otázok, využití videí a videoanalýz vo výučbe, podporované prostredníctvom internetu a iné učebné metódy založené na interakcii, zvyšujú kognitívne zručnosti a to tak, že študenti dosahujú lepšie výsledky v porovnaní s tými, ktorí absolvujú len hodiny tradičných prednášok.

Videoanalýza a simulácie (metóda VAS) problémových úloh pomocou interaktívneho programu Tracker je jednou z metód, ktoré výrazne pomáhajú vytvárať konceptuálne myslenie a zároveň odstraňovať nesprávne predstavy, rozvíjať manuálne zručnosti a intelektuálne schopnosti študentov.

V rámci projektu readySTEMgo bolo potvrdené, že akademické intervencie, ako napr. úvodný prázdninový Kurz fyziky, pomohol doplniť chýbajúce vedomosti študentov zo strednej školy a pripravil ich na štúdium na univerzite. Daným kurzom a interaktívnym

spôsobom výučby fyziky bolo možné nielen eliminovať odchod študentov z prvých ročníkov, ale aj zvýšiť vedomostnú úroveň študentov v základnom kurze fyziky, hlavne mechaniky.

Výsledky našich prieskumov poukázali na to, že na konci semestra študenti lepšie chápu pojem sila. Avšak je potrebné zdôrazniť, že aj napriek nárastu, nedosahuje na konci semestra úroveň vedomostí našich študentov takú úroveň, aká je vstupná úroveň vedomostí študentov na niektorých zahraničných univerzitách. Nad týmto sa bude potrebné zamyslieť a hľadať systémové riešenia už na strednej škole, aby nedostatočná pripravenosť študentov z fyziky a matematiky nebola dôvodom na zanechávanie univerzitného štúdia už v prvom ročníku na technickej vysokej škole. Toto je však problém na celonárodnej úrovni.

Použitá a odporúčaná literatúra

BEICHNER, R. J.: The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills, *American Journal of Physics*, Vol. 64, Is. 10, 1996, pp. 1272-1277, 1996.

BROWN, D., COX, A. J.: Innovative Uses of Video Analysis, *The Physics Teacher*, 47(3), pp. 145-150, 2009.

CROUCH, C.H., MAZUR, E.: Peer Instruction: Ten Years of Experience and Results, *Am. J. Phys.* 69(9), 2001.

ČÍŽKOVÁ, D.: Prekoncepce studentů o síle a pohybu. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta, 2009.

ČÍŽKOVÁ, D., MANDÍKOVÁ, D.: Prekoncepce studentů MFF UK o síle a pohybu - výsledky testu FCI, *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 55 (2010), No. 2, 148-155.

GAFFNEY, J.D.H., RICHARDS, E., KUSTUSCH, M.B., DING, L., BEICHNER, R.J.: Scaling Up Education Reform. *Journal of College Science Teaching*, vol. 37 (5), 18–23, 2008. ISSN 0047-231X.

HAERTEL, H., KIREŠ, M., JEŠKOVÁ, Z., DEGRO, J.: Aristotle still wins over Newton. *EUROCON 2003: computer as a tool : proceedings* vol. 1., s. 7-11, 2003, Ľubľana. ISBN 078037763X.

HAKE, R. R.: Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses, *American Journal of Physics*, Vol. 66 (1), pp. 64–74, 1998.

HALLIDAY, D., RESNIK, R., WALKER, J.: Fyzika. VUTIUM a PROMETES 2000.

HALLOUN, I., HESTENES, D.: The initial knowledge state of college physics students, *Am. J. Phys.* 53, 1043-1055, 1985.

HANČ, J., DEGRO, J., JEŠKOVÁ, Z., KIREŠ, M., ONDEROVÁ, Ľ., ČUKANOVÁ, E., KONKOEVOVÁ, M., TÓTH J.: Štandardizované konceptuálne a postojoyé testy vo fyzikálnom vzdelávaní, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ v Košiciach, 2008.

<http://physedu.science.upjs.sk/metody/testy.html>

HESTENES, D., WELLS, M., & SWACKHAMER, G.: Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, Vol. 30 (3), pp. 141–158, 1992.

HOCKICKO, P.: Useful computer software for physical analysis of processes. Proceedings of the 2009 Information and Communication Technology in Education (ICTE) Annual Conference, 15th – 17th September 2009, Rožnov pod Radhoštěm, 103-107, ISBN 978-80-7368-459-4.

HOCKICKO, P.: Frekvenčná analýza zvukov, DVD, 2010, ISBN 978-80-554-0289-5.

HOCKICKO, P. A KOL.: Fyzika, matematika a technika nielen pre najmenších školákov, DVD, 2010, ISBN 978-80-554-0290-1.

HOCKICKO, P.: Fyzikálna analýza reálnych dejov využitím videozáznamov. Zborník referátov zo XVII. medzinárodnej konferencie DIDFYZ 2010, Nitra 2011, 94 – 99, ISBN 978-80-8094-988-4.

HOCKICKO, P.: Rozvoj kľúčových kompetencií využitím akustických experimentov, Proceedings of the 5th International Symposium Material-Acoustic-Place 2010, Zvolen 2010, 69-72, ISBN 978-80-228-2121-6.

HOCKICKO, P.: Forming of Physical Knowledge in Engineering Education with the Aim to Make Physics More Attractive. Proceedings of international conference Physics Teaching in Engineering Education PTEE 2011, Mannheim, Germany, 2011, ISBN 978-3-931569-18-1.

HOCKICKO, P.: Rozvoj kľúčových kompetencií študentov použitím fyzikálnej analýzy pomocou programu Tracker. Poznatky modernej fyziky a ich aplikácia do vyučovania fyziky, Verbum Ružomberok 2011, 112-117, ISBN 978-80-8084-798-2.

HOCKICKO, P.: Rozvoj manuálnych zručností a intelektuálnych spôsobilostí študentov použitím videoanalýzy pohybov. Zborník príspevkov z konferencie Tvorivý učiteľ fyziky IV. Národný festival fyziky 2011, Kongresové centrum SAV Smolenice, 2011, vydala Slovenská fyzikálna spoločnosť, Bratislava 2011, 85-91, ISBN 978-80-970625-3-8.

HOCKICKO, P.: Development of key competencies using video analysis of motions by Tracker, Proceedings GIREP-EPEC Conference 2011 Physics Alive, August 1 – 5, Jyväskylä, Finland, University of Jyväskylä 2012, 55 – 61. ISBN 978-951-39-4801-6.

HOCKICKO, P.: Alternatívne laboratórne a výpočtové cvičenia. Nové trendy akustického spektra – vedecký recenzovaný zborník. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene, 2012, 87 – 91, ISBN 978-80-228-2371-5.

HOCKICKO, P.: Attractiveness of Learning Physics by Means of Video Analysis and Modeling Tools. Proceedings of the 40th SEFI Annual Conference Engineering Education 2020: Meet the Future, 23 - 26 September 2012, Thessaloniki, Greece, ISBN 978-2-87352-005-2.

HOCKICKO, P.: Využitie videoanalýzy reálnych dejov vo výučbe fyziky. Zborník príspevkov z konferencie Tvorivý učiteľ fyziky V, Národný festival fyziky 2012, Kongresové centrum SAV Smolenice, 15. - 18. 4. 2012, Vydala Slovenská fyzikálna spoločnosť, Bratislava 2012, 102-108. ISBN 978-80-970625-7-6.

HOCKICKO, P.: Analýza brzdných dráh automobilov. Zborník referátov z XVIII. medzinárodnej konferencie DIDFYZ 2012 Fyzikálne vzdelávanie v systéme reformovaného školstva, Vydala Univerzita Konštantína Filozofa a JSMF v Nitre 2013, 135 – 143, ISBN 978-80-558-0232-9.

HOCKICKO, P.: Fyzika v príkladoch a videopríkladoch / Video-analysis based tasks in physics. [elektronický zdroj] - 1. vyd. - Žilina: Žilinská univerzita 2013. - DVD-ROM, ISBN 978-80-554-0811-8.

Dostupné na: <http://hockicko.uniza.sk/Priklady/videoprklady.htm>

HOCKICKO, P.: Poznaj brzdnú dráhu svojho auta. Zborník príspevkov z konferencie Tvorivý učiteľ fyziky VI, Národný festival fyziky 2013, Vydala Slovenská fyzikálna spoločnosť, Bratislava 2013, 119 – 125, ISBN 978-80-971450-0-2.

HOCKICKO, P.: Video analysis of motions. PTEE2014 Proceedings 8th International Conference Physics Teaching in Engineering Education – Challenges and Solutions, Plugins and Apps for Effective Teaching. May 2014, UA Editora, Aveiro University, Portugal, pp. 73 – 80. ISBN 978-972-789-433-8.

HOCKICKO, P.: Fyzikálna videoanalýza reálnych dejov. Žilina: Žilinská univerzita, 2015, 195 s., ISBN 978-80-554-1128-6.

HOCKICKO, P.: Ako možno predpovedať a ovplyvniť úspešnosť študentov prvých ročníkov na technických univerzitách. Nové trendy akustického spektra New Trends of Acoustic Spectrum. Vedecký recenzovaný zborník, Technická univerzita Zvolen, 2016, 99-102, ISBN 978-80-228-2860-4.

HOCKICKO, P.: Zlepšenie pochopenia fyziky využívaním videí a videoanalýz vo výuke v novoakreditovaných študijných programoch. Nové trendy akustického spektra New Trends of Acoustic Spectrum Vedecký recenzovaný zborník, Technická univerzita Zvolen, 2017, 65 - 68, ISBN 978-80-228-2860-4.

HOCKICKO, P.: Analýza neúspechu študentov prvých ročníkov na technických univerzitách a možnosti zlepšenia ich výsledkov v štúdiu, Nové trendy akustického spektra = New trends of acoustic spectrum : vedecký recenzovaný zborník, Technická univerzita vo Zvolene, 2018 str. 183-186, ISSN 978-80-228-3053-9.

HOCKICKO, P.: Using Video-Analysis of Motions in Physics Teaching and Learning. Proceedings Books, International Science and Technology Conference, ISTE C 2019, pp. 266 – 273. Fairfax, USA. ISSN: 2146-7382.

HOCKICKO, P.: Increasing of the knowledge using video and videoanalysis of motions by program Tracker. Proceedings of I S E R 241st international conference, Saint Petersburg, Russian Federation, 09th – 10th January, 2020, pp. 51-57, ISBN 978-93-89732-21-4.

HOCKICKO, P.: Video, analýzy a modelovanie reálnych dejov: podporný elektronický materiál. 1. vyd. Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, 2020. 94 s. [USB-key]. - ISBN 978-80-554-1670-0.

HOCKICKO, P., ČULÍK, M., POLJAK, S., BAŠŤOVANSKÝ, R.: Formovanie fyzikálnych predstáv prostredníctvom videí a analýzy nameraných dát na ukážkovom príklade skúmania ťahových deformácií telies. Nové trendy akustického spektra 2014, vedecký recenzovaný zborník, Technická univerzita Zvolen 2014, 101-107, ISBN 978-80-228-2647-1.

HOCKICKO, P., HOCKICKOVÁ, M.: Videoanalýza dejov a zvukov so zameraním na rozvoj kľúčových kompetencií študentov. Proceedings of the 6th International Symposium Material-Acoustic-Place 2011, Zvolen (2011) 103-106, ISBN 978-80-228-2121-6.

HOCKICKO, P., KRIŠŤÁK, E., NĚMEC, M.: Development of students' conceptual thinking by means of video analysis and interactive simulations at technical universities. *European Journal of Engineering Education*, Vol. 40, (2) (2015), pp. 145 – 166. ISSN 0304-3797 (Print), 1469-5898 (Online). [DOI:10.1080/03043797.2014.941337](https://doi.org/10.1080/03043797.2014.941337).

HOCKICKO, P., KÚDELČÍK, J.: Štúdium kmitavého pohybu. Zborník referátov z XVIII. medzinárodnej konferencie DIDFYZ 2012 Fyzikálne vzdelávanie v systéme reformovaného školstva, Vydala Univerzita Konštantína Filozofa a JSMF v Nitre 2013, 361 - 367, ISBN 978-80-558-0232-9.

HOCKICKO, P., KÚDELČÍK, J.: Videoanalýzy, modelovanie a simulácie reálnych dejov. Žilina: Žilinská univerzita 2015, 198 s., ISBN 978-80-554-1020-3.

HOCKICKO, P., KÚDELČÍK, J., JAMNICKÝ, I.: Základy fyziky [elektronický zdroj] : elektronický materiál k videoanalýze dejov - 1. vyd. - Žilina: Žilinská univerzita 2011. - 273 s., 1 elektronický optický disk (CD-ROM), ISBN 978-80-554-0431-8.

HOCKICKO, P., NĚMEC, M.: Problémové fyzikálne úlohy pre videoanalýzu reálnych dejov. 1. vyd. - Žilina : Žilinská univerzita, 2017. - CD-ROM, 155 s., [AH 14,88; VH 15,32]. - ISBN 978-80-554-1404-1.

HOCKICKO, P., ONDRUŠ, J.: Analysis of Vehicle Stopping Distances. Proceedings of the conference New trends in Physics NTF 2012, October 11 -12, 2012, Brno, Czech Republic, 214 – 217. ISBN 978-80-214-4594-9.

HOCKICKO, P., PAŽICKÁ, K.: Video Analysis Based Tasks in Physics. Proceedings of the GIREP – MPTL 2014 International Conference held in Palermo, Italy 2014 – Teaching/Learning Physics: Integrating Research into Practice, Dipartimento di Fisica e Chimica, Università degli Studi di Palermo, Italy, pp. 453 – 460. ISBN 978-88-907460-7-9.

HOCKICKO, P., PINXTEN, M.: Readiness of first-year engineering students at the university of Žilina for STEM education. Proceedings of 22th conference of Slovak Physicists, 2016, TU Košice, pp. 8 – 10, ISBN 978-80-89855-01-8.

HOCKICKO, P., ROCHOVSKÁ, I.: Hľadanie, analýza a možnosti odstraňovania chybných predstáv vo fyzikálnom vzdelávaní na technických univerzitách. Zborník príspevkov z konferencie Tvorivý učiteľ fyziky VI, Národný festival fyziky 2013, Vydala Slovenská fyzikálna spoločnosť, Bratislava 2013, 126 - 132, ISBN 978-80-971450-0-2.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G.: Testing and analysis of students' conception from physics, *Journal of Technology and Information Education* 1/2014, Volume 6, Issue 1, 104 – 121, ISSN 1803-537X, 1803-6805 (on-line).

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G.: Force concept inventory of first year students attending Faculty of Electrical Engineering. Proceedings of 11th International Conference ELEKTRO 2016: Slovakia, Štrbské Pleso – High Tatras, May 16-18, 2016, IEEE Catalog Number: CFP1648S-DVD, 2016. - ISBN 978-1-4673-8697-5. CD-ROM, s. 665-669. <https://doi.org/10.1109/ELEKTRO.2016.7512164>.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G.: Exploring of students' knowledge using the Concept Inventory Test at Technical University, *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, Vol 3, No 1 (2017) 233-255, ISSN 2421-8030.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G.: Interactive Lectures From Physics Using Program Tracker. EDULEARN18 Proceedings, 10th International Conference on Education and New Learning Technologies, Palma, Mallorca, SPAIN, 2nd-4th July, 2018, 6069-6074, ISBN: 978-84-09-02709-5, ISSN: 2340-1117.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G.: Inventory of drop-out rate, interventions and conception in Physics during the first year of study at the Faculty of Electrical Engineering, Proceedings of the 46th SEFI Annual Conference 2018, 17 – 21 September 2018, Copenhagen, Denmark, pp. 856 – 863, ISBN 978-2-87352-016-8.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G.: Analysis of Conception in Physics in Technical Universities. EDULEARN19 Proceedings 11th International Conference on Education and New Learning Technologies July 1st-3rd, 2019 — Palma, Mallorca, Spain, IATED Academy, pp. 6681 – 6686, ISBN: 978-84-09-12031-4, ISSN: 2340-1117.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G.: Enhancing Students' Knowledge Using Interactive Lectures and Video Analysis. ICERI2019 Proceedings: Proceedings of ICERI2019 Conference, 11th-13th November 2019, Seville, Spain, Published by IATED Academy, 7214 – 7219, ISBN 978-84-09-14755-7, ISSN 2340-1095.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G.: Motivation to Study Physics, Acoustics and Electrotechnology, Proceedings of the International Conference Acoustics 2019 High Tatras, October 16-18, 2019, Štrbské Pleso, pp. 88 – 93, TU in Zvolen – KU Leuven – STU in Bratislava, 2019, ISBN 978-80-228-3157-4.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G.: Development of Critical and Creative Thinking in STEM Education, In: SEFI 48 Annual Conference Engaging Engineering Education Proceedings, 2020, University of Twente, 20 – 24. 9. 2020, pp. 1335 - 1340. ISBN 978-2-87352-020-5.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G., KOPYLOVA, N., DYAGILEV, A.: Video-analysis as an effective method for improving physics teaching and learning understanding. Proceedings of the 10th International Conference on Physics Teaching in Engineering Education PTEE 2019, The Hague University of Applied Sciences, Delft, The Netherlands, May 23-24, 2019, ISBN 978-90-9031874-5.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G., KOPYLOVA, N., DYAGILEV, A., IVANIKOV, A.: The Assessment of Students' Understanding and Misunderstanding in Physics Learning at Technical Universities. ICERI2019 Proceedings: Proceedings of ICERI2019 Conference, 11th-13th November 2019, Seville, Spain, Published by IATED Academy, 1515 - 1520, ISBN 978-84-09-14755-7, ISSN 2340-1095.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G., KÚDELČÍK, J.: Video analysis in STEM education. 20th Conference of Czech and Slovak Physicists, 2020, Proceedings, pp. 121 - 122. ISBN 987-80-89855-13-1.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G., KÚDELČÍK, J., KOPYLOVA, N., DYAGILEV, A., IVANIKOV, A.: The investigation of students' conceptions in physics learning at two technical universities during two years. Proceedings of ICERI2020 Conference, 9th-10th November 2020, 2791 – 2798. ISBN: 978-84-09-24232-0.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G., KÚDELČÍK, J., JANEK, M.: Formovanie fyzikálnych predstáv prostredníctvom videoanalýz – výskum a výsledky. Zborník príspevkov z konferencie Tvorivý učiteľ fyziky VII, Národný festival fyziky 2014, Vydala Slovenská fyzikálna spoločnosť, Bratislava, Equilibria 2015, 111 - 120, ISBN 978-80-971450-3-3.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G., PAŽICKÁ, K.: Early Identification of Problems in Physics Learning and Suggestion of Intervention Tools for the Freshman Students in STEM Education. Proceedings of the 43rd SEFI Annual Conference 2015 Diversity in engineering education: an opportunity to face the new trends of engineering, Co-organised by SEFI and Polytech Orléans, Brussels, Belgium, on USB key, ISBN 978-2-87352-012-0 (Book of abstract, p.103), 2015.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G., SRŠNÍKOVÁ, D.: Improving Understanding of Physics by Using Video and Video Analysis. Proceedings of the 9th International Conference Physics Teaching in Engineering Education “Challenges and Solutions for Effective Teaching“ PTEE 2017, May 18 -19, 2017, University of Žilina, Slovakia, pp. 133 – 138, ISBN 978-80-554-1322-8.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G., SRŠNÍKOVÁ, D.: The Influence of Interactive Lectures on Students' Conceptual Understanding in STEM Education. Proceedings of 9th International Conference on Education and New Learning Technologies EDULEARN17, 3rd-5th July 2017, Barcelona, Spain, pp. 1866 – 1873. ISBN: 978-84-697-3777-4.

HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G., SRŠNÍKOVÁ, D.: The Effectiveness of Interactive Lectures on Students' Knowledge and Attitude to Further Study, Proceedings of the 45th SEFI Annual Conference 2017, 18 – 21 September 2017, Portugal, pp. 1045 -1052, ISBN 978-989-98875-7-2.

HOCKICKO, P., TIILI, J.: Comparison of the Entering Students' FCI Results – Tampere UAS and University of Žilina. Proceedings of the 43rd SEFI Annual Conference 2015 Diversity in engineering education: an opportunity to face the new trends of engineering, Co-organised by SEFI and Polytech Orléans, Brussels, Belgium, on USB key, ISBN 978-2-87352-012-0 (Book of abstract, p.101), 2015.

HOCKICKO, P., TRPIŠOVÁ, B.: Are Students' Conceptions about Automobile Braking Distances Correct? Conference Proceedings: Keynote Lectures and Abstracts, SEFI, Brussels, Belgium, p. 144 and Proceedings of the 41st SEFI Annual Conference 2013, Engineering Education Fast Forward 1973>2013>>, Co-organised by SEFI and the Faculty of Engineering Science of KU Leuven, 16-20 September 2013, Leuven, Belgium, SEFI, Brussels, Belgium, (in USB key).

HOCKICKO, P., TRPIŠOVÁ, B., ONDRUŠ, J.: Correcting Students' Misconceptions about Automobile Braking Distances and Video Analysis Using Interactive Program Tracker. *Journal of Science Education and Technology*, December 2014, Volume 23, Issue 6, pp. 763-776, ISSN 1059-0145. [DOI:10.1007/s10956-014-9510-z](https://doi.org/10.1007/s10956-014-9510-z).

HOCKICKOVÁ, M., FILOVÁ, Z., HOCKICKO, P.: Rozvoj kľúčových kompetencií so zameraním na poznávanie prírody. Zborník príspevkov z konferencie Tvorivý učiteľ fyziky IV Národný festival fyziky 2011, Kongresové centrum SAV Smolenice, 2011, vydala Slovenská fyzikálna spoločnosť, Bratislava 2011, 92-98, ISBN 978-80-970625-3-8.

JESUS, V. B.: Experiments and Video Analysis in Classical Mechanics. Springer International Publishing AG 2017, ISBN 978-3-319-52406-1.

CHOVANCOVÁ, M.: Research of Motivational Physics Lectures. *European International Journal of Science and Technology*, Vol. 3, No. 7, 2014, pp. 211 – 215. ISSN: 2304-9693.

JEŠKOVÁ, Z., FEATONBY, D., TIMKOVÁ, V.: Balloons revisited, *Physics Education*, vol. 47, no. 4, 2012, pp. 392-398. ISSN 0031-9120.

KOLARI, S., SAVANDER-RANNE, C., TIILI, J.: Enhancing engineering students' confidence using interactive teaching methods - Part 2: post-test results for the Force Concept Inventory showing enhanced confidence. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 4, 1, 15-20, 2005.

KIREŠ, M.: Vytiekajú kvapaliny otvormi v stene nádoby: Mnohokrát opakovaná lož sa stáva pravdou? *OBZORY matematiky fyziky a informatiky*, č. 45, 1996, s. 36-40.

KIREŠ, M.: Mariotte bottle with side openings, *The Physics Teachers* vol. 44, iss. 6, 2006, 388-389.

KIREŠ, M., JEŠKOVÁ, Z.: Analysis of the Young Physicists Tournament problems supported by multimedial tools. Proceedings of 12th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning, 13-15 September 2007, Wrocław, Poland.

KIREŠ, M., JEŠKOVÁ, Z.: Conceptual understanding of the Maxwell wheel motion. *Proceedings GIREP Conference 2006*, Amsterdam, pp. 649-653. ISBN 9789057761775.

KIREŠ, M.: Archimedes' principle in action, *Physics Education*. vol. 42, iss. 5, 2007, 484-487. ISSN 8020-8090.

KIREŠ, M.: Astroblaster - a fascinating game of multi-ball collisions. *Physics Education*, vol. 44, iss. 2, 2009, 159-164. ISSN 0031-9120.

KRIŠŤÁK, Ľ., GAJTANSKA, M.: Interaktívne metódy vo fyzikálnom vzdelávaní. (Vedecká monografia), Data Service Zvolen 2013, 179 s. ISBN 978-80-970603-8-1.

KRIŠŤÁK, Ľ., NĚMEC, M.: Inovácia fyzikálneho vzdelávania na technickej univerzite vo Zvolene. (Vedecká monografia), 2011, Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 160 s., ISBN 978-80-228-2218-3.

KÚDELČÍK, J., HOCKICKO, P.: Complex Approach for Laboratory Practices. Proceedings of 17th Conference of Czech and Slovak Physicists, Slovak Physical Society, Equilibria Košice 2012, 111 – 112, ISBN 978-80-970625-4-5.

- KÚDELČÍK, J., HOCKICKO, P.: *Základy fyziky*. - 1. vyd. - Žilina : Žilinská univerzita, 2011. - 272 s., ISBN 978-80-554-0341-0.
- LANGIE, G., PINXTEN, M., HOCKICKO, P. PACHER, P.: Key Skills Of Incoming STEM-Students. Proceedings of the 9th International Conference Physics Teaching in Engineering Education "Challenges and Solutions for Effective Teaching" PTEE 2017, May 18 -19, 2017, University of Žilina, Slovakia, pp. 14 – 22, ISBN 978-80-554-1322-8.
- LASRY, N., MAZUR, E., WATKINS, J.: Peer Instruction: From Harvard to the two-year college, *American Journal of Physics*, Vol. 76, Is. 11, pp. 1066-1069, 2008.
- MAZUR, E. 1997. Peer Instruction, A user's manual. Prentice Hall, New York.
- NÁRODNÁ SPRÁVA PISA 2018: Národný ústav certifikovaných meraní vzdelávania, 2019, ISBN 978-80-89638-32-1.
- NĚMEC, M., GEJDOŠ, M., GERGEL, T., DANIHELOVÁ, A., HOCKICKO, P.: Conceptual Test. Proceedings of the 9th International Conference Physics Teaching in Engineering Education "Challenges and Solutions for Effective Teaching" PTEE 2017, May 18 -19, 2017, University of Žilina, Slovakia, pp. 108 – 112, ISBN 978-80-554-1322-8.
- NĚMEC, M., HOCKICKO, P., DANIHELOVÁ, A., KRIŠTÁK, L., GEJDOŠ, M., GERGEL, T.: Konceptuálne testy na slovenských technických univerzitách. Nové trendy akustického spektra New Trends of Acoustic Spectrum. Vedecký recenzovaný zborník, Technická univerzita Zvolen, 2017, 111 - 116, ISBN 978-80-228-2860-4.
- NĚMEC, M., KRIŠTÁK, L., HOCKICKO, P., DANIHELOVÁ, Z., VELMOVSKÁ, K.: Application of Innovative P&E Method at Technical Universities in Slovakia. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education* 13(6) 2017, 2329-2350, ISSN: 1305-8223 (online) 1305-8215 (print), [DOI 10.12973/eurasia.2017.01228a](https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01228a).
- NĚMEC, M., KRIŠTÁK, L., HOCKICKO, P., GEJDOŠ, P., HANČ, J., TARIÁNYIOVÁ, G.: Konceptuálne vzdelávanie na technických univerzitách, Vedecká monografia, Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene. 2018. ISBN 978-80-228-3028-7.
- OECD: Slovak Republic. *Education at a Glance 2016: OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris, 2016, DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2016-78-en>.
- ONDRUŠ, J., HOCKICKO, P.: Braking Deceleration Measurement Using the Video Analysis of Motions by Sw Tracker. *Transport and Telecommunication* 16 (2) (2015) 127-137, ISSN: 1407-6160.
- ONDRUŠ, J., HOCKICKO, P.: Possibilities of Braking Deceleration Measurement. Transcom Proceedings 2015, 11-th European Conference of Young Researchers and Scientists, Section 1, Transport and Communications Technology, Žilina June 22 - 24, 2015, pp. 119 – 124.
- ONDRUŠ, J., HOCKICKO, P.: Analysis of braking deceleration of special duty vehicle. Automotive safety 2016: problemy bezpieczeństwa w pojazdach samochodowych : X international science-technical conference : Kielce - Ameliówka, 22-24 lutego 2016 r. - Kielce: Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, 2016. - ISBN 978-83-63792-70-1. - S. 253-258.

PERKINS, K.W., ADAMS, M., DUBSON, N., FINKELSTEIN, S., REID, C., WIEMAN, LEMASTER, R.: PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics, *The Physics Teacher* 44(1), 18 - 23, 2006.

PINXTEN, M., HOCKICKO, P.: Predicting study success of first-year Science and Engineering students at the University of Žilina. Proceedings of 11th International Conference ELEKTRO 2016: Slovakia, Štrbské Pleso – High Tatras, May 16-18, 2016, IEEE Catalog Number: CFP1648S-DVD, 2016. - ISBN 978-1-4673-8697-5. CD-ROM, s. 18-23. <https://doi.org/10.1109/ELEKTRO.2016.7512027>.

PINXTEN, M., VAN SOOM, C., PEETERS, C., DE LAET, T., HOCKICKO, P., PACHER, P., LANGIE, G.: Learning and study strategies of incoming science and engineering students - A comparative study between three institutions in Belgium, Slovakia, and Hungary. SEFI 2016 44th Annual Conference of European Society for Engineering Education, Tampere, Finland, 12 – 15 September 2016, Co-organised by SEFI and Tampere University of Technology, Brussels, Belgium, (p.113), ISBN 978-2-87352-014-4.

PINXTEN, M., LAET, T. DE, VAN SOON, C., PEETERS, C., KAUTZ, C., HOCKICKO, P., PACHER, P., NORDSTROM, K., HAWWASH, K., LANGIE, G.: Approaches to the Identification of STEM Key Competencies in European University systems, Proceedings of the 45th SEFI Annual Conference 2017, 18 – 21 September 2017, Portugal, pp. 389–397, ISBN 978-989-98875-7-2.

PISA 2015 RESULTS (VOLUME I): EXCELLENCE AND EQUITY IN EDUCATION: Students' attitudes towards science and expectations of science-related careers, OECD 2016.

PUDIŠ, D., MARTINČEK, I., HOCKICKO, P., KÚDELČÍK, J., VAJDA, D.: Vybrané kapitoly z fyziky. Žilinská univerzita v Žiline 2007, 143 s. ISBN 978-80-8070-653-1.

RIEVAJ, V., VRÁBEL, J., HUDÁK, A.: Tire Inflation Pressure Influence on a Vehicle Stopping Distances, *International Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 2013, 2(2), pp. 9 – 13, ISSN 2325-0062, DOI: 10.5923/j.ijtte.20130202.01.

ROCHOVSKÁ, I.: Formovanie prírodovednej gramotnosti študentov odboru predškolská a elementárna pedagogika. Ružomberok: Verbum, 2012. 267 s. 2012. ISBN 978-80-8084-859-0.

ROCHOVSKÁ, I.: Natural science education of preschool and primary school teachers in V4 countries. Szent István University Faculty of Applied Arts and Education, Vydavateľstvo M. Vaška Prešov, 2014. ISBN 978-963-269-419-1.

ROCHOVSKÁ, I., KRUPOVÁ, D.: Development the science education of children at a preschool age within the context of cultural literacy. The state School of Higher Education in Chelm, Pocztowa 54, 22 – 100 Chelm, Poland. ISBN 978-83-61149-38-5.

SAVINAINEN, A., SCOTT, P.: The Force Concept Inventory: a tool for monitoring student learning, *Physics Education*, Vol. 37, pp. 53 – 58, 2002.

SRŠNÍKOVÁ, D., HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G.: High time to take noncognitive skills in teaching physics into account. Proceedings of the 9th International Conference Physics Teaching in Engineering Education “Challenges and Solutions for Effective Teaching“ PTEE 2017, May 18 - 19, 2017, University of Žilina, Slovakia, pp. 139 – 145, ISBN 978-80-554-1322-8.

SRŠNÍKOVÁ, D., HOCKICKO, P., TARJÁNYIOVÁ, G.: Evaluation of existing intervention initiatives for helping at risk first-year science and engineering students at the University of Žilina, ICERI 2017 [elektronický zdroj] : 10th international conference of education, research and innovation : Seville (Spain) 16 - 18 November 2017 : conference proceedings. - ISSN 2340-1095. - [S.l.]: IATED Academy, 2017. - ISBN 978-84-617-6957-7. - CD-ROM, s. 7979-7987.

TARJÁNYIOVÁ, G., HOCKICKO, P.: Supporting activities for incoming STEM students. 19th conference of Czech and Slovak physicists: 4. - 7. 9. 2017 Prešov University, Prešov: proceedings, pp. 113 - 114. Slovak Physical Society, 2017. ISBN 978-80-89855-04-9.

TARJÁNYIOVÁ, G., HOCKICKO, P.: The Importance of Physics Courses for Students of Faculty of Electrical Engineering. Proceedings of 12th International Conference ELEKTRO 2018: Mikulov, Czech Republic, May 21 - 23, 2018, IEEE Catalog Number: CFP1848S-USB, 2018. ISBN 978-1-5386-4758-5, USB. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8398382/>.

TARJÁNYIOVÁ, G., HOCKICKO, P.: Increasing the Level of Physics Knowledge of Incoming STEM Students. EDULEARN18 Proceedings, 10th International Conference on Education and New Learning Technologies, Palma, Mallorca, SPAIN, 2nd-4th July, 2018, 5969-5975, ISBN: 978-84-09-02709-5, ISSN: 2340-1117.

TARJANYIOVA, G.; HOCKICKO, P.; KOPYLOVA, N.; DYAGILEV, A.; IVANIKOV, A.: Comparison of Physics Study Results at the Technical Universities in Different Countries, Proceedings of 13th International Conference ELEKTRO 2020: Taormina, Italy, May 25 - 28, 2020, IEEE Part Number: CFP2048S-USB, ISBN 978-1-7281-7541-6.

TARJÁNYIOVÁ, G., HOCKICKO, P., BEDNÁROVÁ, A.: Comparison of misconceptions in mechanics between students of secondary schools and incoming STEM students. In: 24th Conference of Slovak physicists [print] : proceedings. - 1. vyd. - Košice: Slovenská fyzikálna spoločnosť, 111 - 112, 2019. ISBN 978-80-89855-10-0.

TARJÁNYIOVÁ, G., HOCKICKO, P., SRŠNÍKOVÁ, D.: The Impact of the Course of Physics on Further Studies at the Electrotechnical Faculty of the University of Zilina. Proceedings of the 9th International Conference Physics Teaching in Engineering Education “Challenges and Solutions for Effective Teaching“ PTEE 2017, May 18 - 19, 2017, University of Žilina, Slovakia, pp. 146 – 151, ISBN 978-80-554-1322-8.

TILLI, J., HOCKICKO, P., SUHONEN, S., TARJÁNYIOVÁ, G., ONDRUŠ, J.: Ready to Study Engineering Physics in University? Comparison of mechanics skills between two European universities connected with engineering education. SEFI 2016 44th Annual Conference of European Society for Engineering Education, Tampere, Finland, 12 – 15 September 2016, Co-organised by SEFI and Tampere University of Technology, Brussels, Belgium (p.138), 2016, ISBN 978-2-87352-014-4.

VANČO, Ľ., HOCKICKO, P.: Videonávody z fyzikálnych praktík [elektronický zdroj]: Fyzikálne kyvadlo. Stojaté vlnenie. Modul pružnosti. Tepelná kapacita. Skupenské teplo. Dynamická viskozita - Žilina : Žilinská univerzita, Elektrotechnická fakulta 2013. - DVD-ROM, [51 súborov, 2,23 GB]. ISBN 978-80-554-0729-6.

Viennot, L.: Thinking in Physics, The Pleasure of Reasoning and Understanding. Springer Dordrecht Heilderberg London New York 2014, ISBN 978-94-024-0201-8.

Tracker: <https://physlets.org/tracker/>

FCI test: <http://modeling.asu.edu/R&E/Research.html>

Existuje odstredivá sila? www.physics.sk/papers/pdf/2_A_klivanek_odstrediva_sila.pdf

Pravda o odstredivej sile <http://www.osel.cz/4795-pravda-o-odstredivej-sile.html>

Bezpečnosť cestnej premávky z hľadiska fyziky

<https://klivanek.blog.sme.sk/c/227590/Bezpecnost-cestnej-premavky-z-hladiska-fyziky.html>

Register

A

Aalto University 34, 85

B

BME 34, 85, 87, 88, 89, 90, 91

Č

čitateľská gramotnosť 11, 12

E

EF 36, 37, 43, 49, 51, 64, 66

F

FBI 36

FCI 21, 47, 125

FEIT 70, 72, 73, 92, 95, 98, 99, 100, 102, 112

FRI 36

H

Hamburg 34, 85

I

Interactive Lecture Demonstrations 21

J

Just in Time Teaching 22

L

LASSI 34, 83, 86

Leuven 34, 85, 86, 88, 89, 90, 91

M

matematická gramotnosť 11, 14

miskoncepce 21

N

normalizovaný zisk 21, 99

NÚCEM 10

O

OECD 10

P

PEDaS 49, 51, 80, 81, 82, 83, 84

Peer Instruction 21, 22

PhET 23

PISA 10, 11

prírodovedná gramotnosť 11, 15

R

readySTEMgo 33, 34, 85

riziková skupina prírodovednej gramotnosti 18

RSREU 92, 95, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 107

S

SCALE-UP 23

SEFI 85

SjF 37, 43, 64, 66, 70

STEM 24, 33, 85

SvF 30, 32, 36, 37, 43, 49, 51, 66, 70

T

Tampere 50, 51, 52, 53, 55, 80, 85, 99

top skupina prírodovednej gramotnosti 17

Tracker 23, 125

U

University of Birmingham 34, 85

V

VAS 56, 75, 80, 106, 109

doc. PaedDr. Peter Hockicko, PhD., RNDr. Gabriela Tarjániová, PhD.

ANALÝZA KONCEPTUÁLNEHO MYSLENIA A POSTOJOV ŠTUDENTOV TECHNICKEJ UNIVERZITY

Vydala Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina
v edičnom rade VEDECKÉ MONOGRAFIE

Vedecký redaktor prof. Ing. Pavol Rafajdus, PhD.

Zodp. red. PhDr. Katarína Šimánková
Tech. red. Mgr. Jana Pauríková
Graf. úprava obálky Mgr. Jana Pauríková

Vytlačilo EDIS-vydavateľské centrum ŽU, Univerzitná HB, Žilina
v roku 2020 ako svoju 4661. publikáciu
127 strán, 79 obrázkov, 32 tabuliek, AH 11,35, VH 11,77
1. vydanie, náklad 100 výtlačkov

ISBN 978-80-554-1739-4

www.edis.uniza.sk