

POHĽADY DO MIKROSVETA

Alexander Dirner, Marián Kíreš, Sabina Lehocká, Janka Vrláková, Gabriela Martinská, Adela Kravčáková, Marek Bombara, Zuzana Ješková, Rastislav Adámek, Pavel Murín, Veronika Boháčová

Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta, Univerzita P. J. Šafárika, Košice

Júlia Hlaváčová

Katedra fyziky Fakulty elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita, Košice

František Franko

Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita, Prešov

Ivan Melo, Gabriela Tarjániová, Mikuláš Gintner

Katedra fyziky, Fakulta elektrotechniky, Žilinská univerzita, Žilina

Vladimír Štefl

Masarykova univerzita, Prírodovedecká fakulta, Brno

Karol Kudela, Eduard Kladiva, Ivan Králik, Ladislav Šándor

Ústav experimentálnej fyziky SAV, Košice

Boris Tomášik

Fakulta prírodných vied, Univerzita M. Bela, Banská Bystrica

Ivan Kimák

Centrum voľného času – RCM, Košice

Abstrakt: Európska skupina pre popularizáciu časticovej fyziky (EPPOG) a Európska fyzikálna spoločnosť (EPS) každoročne organizujú podujatie International Particle Physics Masterclasses (MC), na ktorom sa študenti stredných škôl stanú na jeden deň členmi vedeckého kolektívu fyzikov na univerzite a zoznámia sa s riešením najaktuálnejších problémov časticového výskumu. Doposiaľ sa uskutočnilo 6 ročníkov MC, všetky so slovenskou účasťou. Iniciátorom a koordinátorom tohto podujatia na Slovensku je združenie Virtuálna kolaborácia (konkrétne jej členovia pôsobiaci na jednotlivých slovenských univerzitách), ktoré sa stalo aj medzinárodným spoluorganizátorom tohto podujatia, <http://www.physicsmasterclasses.org>. Videokonferenčné prepojenie účastníkov z celého sveta sa realizuje vďaka technickej podpore medzinárodného projektu z celého sveta pracovníkmi univerzity P. J. Šafárika v Košiciach. Aby sme udržali doterajšie dobré pozície Slovenska v rámci projektu MC, doplnili sme ho o ďalšie aktivity, ktorých cieľom je vzbudený záujem u študentov dlhodobo udržať a rozvíjať. Pilotne sme vyskúšali osvedčenú metodiku MC v ďalšom obore – usporiadali sme Astronomické MC, pokračujeme vo fyzikálnych seminároch a súťaži prezentácií (CASCADE), medzinárodný projekt sme rozšírili aj na regionálnu úroveň – vo vybraných stredných školách východoslovenského regiónu sme usporiadali lokálne MC s úvodnými prednáškami a následnými meraniami študentov. Snažíme sa neustále zatriktívňovať obsah i formu, začali sme využívať elektronické hlasovacie zariadenie, nové informačno – komunikačné technológie sú využívané aj v dištančnom kurze „Okná do modernej fyziky“, ktorý sme otvorili pre študentov gymnázií východoslovenského regiónu. Obsahuje 10 modulov z modernej fyziky so základným učebným materiálom, množstvom zaujímavých liniek, hodnotiacim testom. Jeho súčasťou je aj diskusné fórum a dve prezenčné stretnutia – merania a záverečný workshop so súťažou prezentácií na vybranú tému.

Kľúčové slová: veľký hadrónový kolajder, popularizácia fyziky, časticová fyzika, Masterclasses Hands on Particle Physics, dištančný kurz

Úvod

V marci 2010 boli v najmodernejšom experimentálnom zariadení pre štúdium mikrosveta – vo veľkom hadrónovom urýchľovači s protibežnými zväzkami (LHC) v CERNe [1,2] uskutočnené zrážky protónov pri doteraz najvyšších dosiahnutých energiách. Vedecký program LHC je naplánovaný minimálne na dve desaťročia, predstavuje teda aj dlhodobú perspektívu pre súčasných študentov stredných škôl rôznych odborov [3]. Pracovníci slovenských fyzikálnych pracovísk sa preto snažia u stredoškolských študentov vzbudiť záujem o fyziku a fyzikálny výskum, tento záujem dlhodobo udržať a ďalej rozvíjať poskytnutím variabilných možností vzdelávania a dosiahnuť tak aj zvýšenie záujmu o vysokoškolské štúdium prírodovedných a technických smerov [4].

Čo sa udialo po opätovnom spustení LHC a čo sa od LHC očakáva

Urýchľovač častíc LHC bol po dvadsaťročnom budovaní oficiálne uvedený do prevádzky v septembri roku 2008. Nehoda na jednom spoji ho však už po týždni vyradila z ostrej prevádzky. Technické uvedenie do prevádzky je dlhodobý a postupný proces, s množstvom testov jednotlivých uzlov celého urýchľovacieho komplexu. Bolo vynaložené enormné úsilie na analýzu príčin nehody, opravu zariadenia a zabezpečenie toho, aby k podobnej udalosti už nedošlo.

O rok neskôr, počas testovacej prevádzky sa dňa 23. 11. 2009 podarilo na experimente ALICE plných 40 minút zaznamenávať zrážky dvoch proti sebe letiacich zväzkov protónov, z ktorých každý mal energiu 450 GeV, pričom sa dovedna zrekonštruovalo 284 protónovo - protónových zrážok. Tieto experimentálne údaje boli spracované a publikované a predstavujú prvý fyzikálny výsledok z experimentov na LHC.

Dňa 30. marca 2010 sa uskutočnili zrážky dvoch protibežných zväzkov protónov s energiou 3500 GeV (3.5 TeV), teda pri celkovej energii zrážky 7 TeV, čo predstavuje doposiaľ nikde nedosiahnutý svetový rekord. Na tento deň CERN pripravil program pre akreditovaných novinárov, živý satelitný a internetový prenos z Centrálného riadiaceho strediska LHC, ako aj z riadiacich stredísk jednotlivých experimentov. Prostredníctvom internetu sledovali priebeh pokusu odborníci z celého sveta. "Začína nová éra časticovej fyziky, dosiahli sme zrážky s energiou 7 TeV", uviedla hovorkyňa CERNU Paola Catapano. Riaditeľ pre urýchľovače a technológiu CERN Stephen Myers, sa vyjadril, že „navedenie dvoch zväzkov k zrážke bolo veľkou technologickou výzvou, môžeme to prirovnať ku zrážke dvoch ihiel odpálených z opačných brehov Atlantického oceánu, ktoré v polovici cesty na seba narazia svojimi hrotmi.“

Získavanie experimentálnych údajov pri tejto energii je plánované na plných 18 mesiacov s následnou niekoľkomesačnou prestávkou na prípravu urýchľovača na plánovanú maximálnu energiu každého zväzku 7 TeV. Počas týchto 18 mesiacov takmer nepretržitej prevádzky bude jeden mesiac určený aj na štúdium zrážok jadier olova, čo je časť veľmi zaujímavá pre experiment ALICE, ktorý je zameraný na štúdium kvarkovo-gluónovej plazmy vznikajúcej práve pri zrážkach ťažkých jadier. Štyri detektory LHC (ATLAS, ALICE, CMS a LHCb) zachytili počas prvého dňa údaje z pol milióna zrážok, ktoré vedci neskôr podrobne analyzovali. Dodnes sa podarilo získať niekoľko stovák miliónov zrážok a budú sa následne analyzovať.

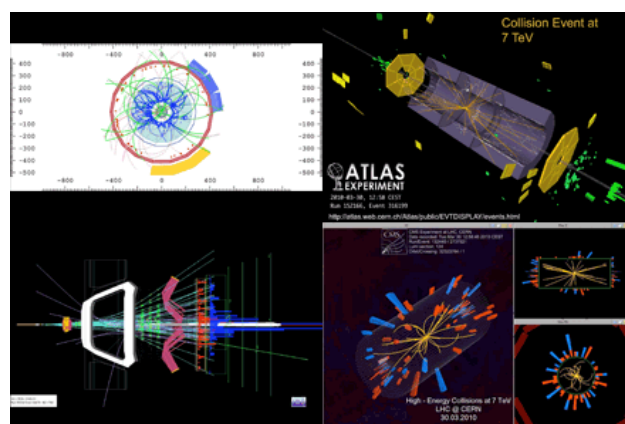
Nemalým dielom k spusteniu a správne fungovaniu experimentu ALICE prispeli aj košickí vedecí a inžinierski pracovníci. Úspešne bola pripravená časť riadiacej elektroniky kremíkového pixelového detektora (SPD), ktorý sa nachádza najbližšie k miestu interakcie dvoch častíc a je jedným z kľúčových detektorov celého experimentu, ako aj hardware potrebný na čítanie údajov z SPD. Košická skupina ALICE prispela taktiež k vývoju **centrálneho rozhodovacieho systému (CTP)**, ktorý vyberá zrážky vhodné na ďalšie spracovanie. Konkrétne bol skonštruovaný elektronický modul TTCit, potrebný na ladenie a monitorovanie toku signálov medzi CTP a jednotlivými subdetektormi ALICE a k tomu

bol vyvinutý aj nevyhnutný software. Taktiež boli vykonané nevyhnutné simulácie pre určenie radiačnej záťaže jednotlivých detektorov experimentu ALICE.

Predpokladá sa, že pri zrážkach vysokoenergetických častíc by sa mohli vytvoriť podmienky, aké tu boli zlomky sekúnd po Veľkom tresku. Experimenty by mali odhaliť vlastnosti temnej hmoty, ktorej je vo vesmíre oveľa viac, ako hmoty všetkých pozorovaných objektov. Mohli by sme sa dozvedieť, kam sa stratila antihmota, ktorej bolo na počiatku vesmíru rovnaké množstvo ako hmoty. Ďalšou výzvou je hľadanie Higgsovho bozónu, teoreticky predpovedanej častice, ale zatiaľ nikdy nepozorovanej, o ktorej sa predpokladá, že dodáva časticiam ich hmotnosť. Okrem tohto všetkého sa možno dozvieme, či náš štvorrozmerný svet nie je v skutočnosti ešte viac rozmerný. Treba si však uvedomiť, že experimenty budú prebiehať pomerne dlhý čas, a ešte dlhšie bude trvať analýza všetkých získaných údajov, takže na odpovede na vyššie položené otázky si ešte budeme musieť počkať. V každom prípade sa pre fyziku a kozmológiu začína nová etapa poznania.



Riadiace centrum LHC.



Predposledný marcový deň sa podarilo na urýchľovači LHC realizovať zrážku protónov s energiou 7 TeV

Foto: archív

Obr. 1 Pohľad do CERNu

Popularizácia časticovej fyziky, slovenský príspevok

Európska skupina pre popularizáciu časticovej fyziky (EPPOG) a Európska fyzikálna spoločnosť (EPS) sú hlavnými organizátormi medzinárodného projektu EU s názvom „Hands on Particle Physics - International Masterclasses for High School Students“ (MC), ktorého sa od jeho začiatku zúčastňuje aj Slovensko [5,6,7]. Myšlienka tohto podujatia vznikla pri príležitosti Medzinárodného roku fyziky v roku 2005 a odvtedy prebieha každý rok počas dvoch jarných týždňov. Každoročne sa ho zúčastňuje približne 6000 študentov stredných škôl v asi 80 štátoch celého sveta [8]. Študenti prichádzajú do najbližších univerzít alebo výskumných centier a stanú sa na jeden deň členmi vedeckého kolektívu fyzikov, aby strávili tento deň odhaľovaním záhad časticovej fyziky - odkrýva sa pred nimi podstata a vlastnosti štruktúry hmoty, oboznamujú sa s hlavnými myšlienkami modelov popisujúcich mikrosvet. Strategickým zámerom projektu je umožniť študentom, aby pracovali ako skutoční vedci v autentickom prostredí inštitúcií časticovej fyziky, aby pocítili vzrušenie pri spracovávaní skutočných experimentálnych údajov a zakúsili aj problémy bežné pri vyhodnocovaní získaných vedeckých výsledkov.

MC prebiehajú súčasne na 5 - 7 univerzitách vo svete v danom dni. Študenti si na svojej univerzite dopoludnia vypočujú prednášky o základnej štruktúre hmoty, o základných interakciách, a o metódach používaných vo výskume štruktúry hmoty pri vzdialenostiach menších ako sú rozmery atómových jadier. Popoludní študenti spracúvajú experimentálne

údaje z CERNu. Prostredníctvom EVO [9] videokonferencie porovnávajú svoje výsledky a diskutujú o nich s účastníkmi v iných krajinách – práve tak, ako to robia skutoční časticoví fyzici v medzinárodných kolaboráciách. Videokonferenčná diskusia, moderovaná na záver dňa fyzikmi z CERNu, dodáva podujatiu jedinečný charakter a podieľa sa na jeho veľkom úspechu. Videokonferencia umožňuje študentom uvedomiť si pocit medzinárodnej spolupráce vedcov a výskumníkov. Materiály o časticovej fyzike, ku ktorým majú študenti prístup na webových stránkach a niektoré dostávajú na CD, boli preložené do 17 jazykov, včítane slovenského jazyka.

Slovensko hrá významnú úlohu v celom medzinárodnom projekte, jeho iniciátorom a koordinátorom na Slovensku je združenie Virtuálna kolaborácia (konkrétne jej členovia pôsobiaci na jednotlivých slovenských univerzitách), ktoré sa stalo aj medzinárodným spoluorganizátorom tohto projektu. Videokonferenčné prepojenie účastníkov z celého sveta sa realizuje vďaka podpore slovenského Caltech-EVO tímu. SR sa spolu s USA tiež podieľala na štatistickom vyhodnotení dotazníkov (spätnej väzby od študentov) z r. 2007 pre medzinárodné MC.

Dotazníkový prieskum medzi účastníkmi ukázal, že študenti boli nadšení účasťou na najmodernejšom výskume v autentickom prostredí. Ocenili, že mohli nahliadnuť do medzinárodnej organizácie moderného výskumu, ako aj to, že pomocou prístupných prezentácií fyzikov spoznali svet subatómových častíc a mali možnosť nazrieť do výskumu časticovej fyziky. „Mala som pocit, že robím niečo, čo robia experimentálni fyzici každý deň“, napísala sedemnástročná študentka. Sedemdesiatpäť percent študentov sa vyjadrilo, že moderná fyzika by mala byť viac zastúpená vo výučbe stredoškolskej fyziky. Úspešné hodnotenie priebehu projektu študentmi a ich pedagógmi nás viedlo k rozhodnutiu o jeho ďalšom pokračovaní a rozšírení. Pritom využívame vlnu záujmu verejnosti o dianie na urýchľovači LHC a prostredníctvom MC poskytujeme informácie o fyzike na LHC a slovenskej účasti na tomto projekte stredoškólakom vo všetkých 8 krajoch Slovenska. Mnohí študenti odchádzajú z Masterclasses nadšení a otvorení pre ďalšiu spoluprácu a preto pokračujeme v kontakte so študentmi ďalšími rôznorodými aktivitami, a to prezenčnou aj dištančnou formou s využitím informačno – komunikačných technológií (IKT). Využitie komunikačných a prezentačných technológií v sieťovom prostredí prináša konkrétnu nadhodnotu v popularizačnom a vzdelávacom účinku. Pomocou metódy komplementárnych podujatí je možné sprístupniť popularizačné a vzdelávacie informácie väčšiemu počtu prijímateľov informácií a zároveň im umožniť vybrať si mieru obtiažnosti podľa vlastného rozhodnutia. Komplementárny prístup uvažuje s podujatiami, ktoré sú zložené z viacerých zdanlivo samostatných častí (prednášky, využívanie multimediálnych tutoriálov, workshopy, samostatné praktické činnosti, súťaže, slávnostné festivaly a vyhodnotenia kvízov a súťaží miniprojektov, distribuované sprievodné vzdelávacie materiály a ďalšie), ktoré sa navzájom dopĺňajú, a väčšina z nich je prepojených alebo sprístupnených prostredníctvom internetu.

Rozšírili sme medzinárodný projekt aj na regionálnu úroveň – vo vybraných stredných školách východoslovenského regiónu usporadúvame lokálny projekt MC s úvodnými prednáškami a následnými meraniami študentov (už bez medzinárodného videoprepojenia). V roku 2008 prebehli prvé dva lokálne projekty MC na gymnáziách v Gelnici a Spišskej Starej Vsi. V roku 2009 sme tento projekt realizovali aj na Gymnázium D. Tatarku v Poprade, Lipanoch, Spišskej Novej Vsi a v roku 2010 v Prešove.

V rámci medzinárodného a regionálneho projektu chceme rozšíriť a prehĺbiť vzdelávacie aktivity počas dlhšieho časového obdobia (3 – 6 mesiacov) formou zapojenia študentov do dištančného kurzu Okná do modernej fyziky, ktorý okrem 10 modulov s témami zo súčasnej fyziky obsahuje linky na ďalšie zaujímavé aktivity, hodnotiace testy, úlohy na samostatnú prácu. Súčasťou kurzu sú dve prezenčné stretnutia so študentmi na našich

akademických pracoviskách vo forme workshopov, počas ktorých sami realizujú zaujímavé experimenty a prezentujú svoje práce na zadané témy.

Súčasné MC projekty tiež dopĺňame podľa britského vzoru projektom CASCADE, kde študenti pracujú v tíme (2-5) na ústnej 20-minútovej prezentácii na vybranú tému z časticovej fyziky, ktorú potom prednesú pred kolektívom, napr. pred triedou na hodine fyziky, svoje vystúpenie natočia a organizátorom pošlú ppt prezentáciu a záznam vystúpenia. Organizátori potom vyberú niekoľko najlepších tímov a pozvú ich na finále na univerzitu. Víťazná skupina získa finančné prostriedky na týždenný pobyt v CERNe.

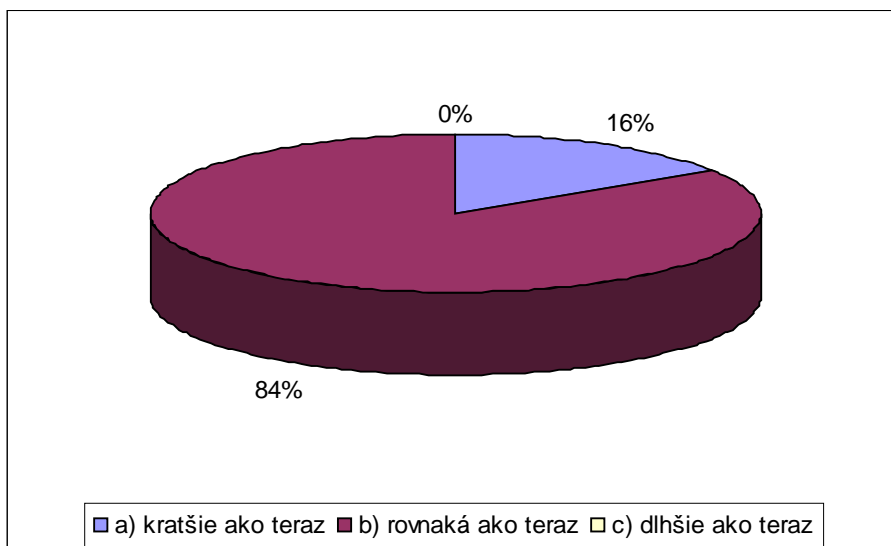
Pokračujeme v tzv. MC seminároch, v ktorých predstavujeme študentom špičkových slovenských výskumníkov a zároveň zanietených popularizátorov fyziky. Seminára nadväzujú na témy, ktoré odzneli na MC a rozširujú ich na ďalšie atraktívne oblasti. Seminára a najlepšie prednášky sa nahrávajú a sprístupňujú na slovenských webových MC stránkach.

Snažíme sa preniesť našu overenú metodiku z časticových MC aj do iného oboru (astronómia, kozmické žiarenie). Pilotne sme vyskúšali MC aj v astronómii a prvé skúsenosti boli veľmi dobré.

Dištančný kurz „Okná do modernej fyziky“

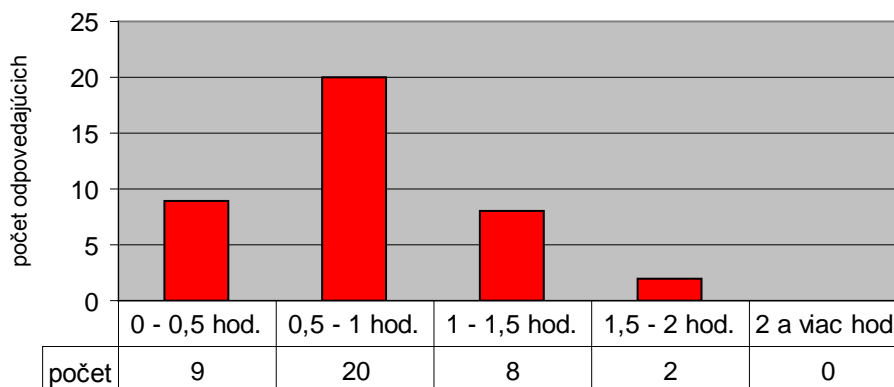
V marci 2010 sme zahájili 12-týždňový pilotný projekt dištančného kurzu „Okná do modernej fyziky“ v prostredí MOODLE [10], do ktorého sa zapojilo 54 študentov a učiteľov fyziky zo štyroch gymnázií (Košice – 2, Prešov, Kežmarok) východoslovenského regiónu. Cieľom dištančného kurzu je prostredníctvom desiatich samostatných častí – modulov (atóm, atómové jadro, sily, štandardný model, urýchľovače, detektory, laboratórne cvičenie, CERN, kvarkovo-gluónová plazma, medicínska fyzika), priblížiť študentom tie oblasti fyziky, ktorým sa v rámci vyučovacích hodín zrejme podrobnejšie nevenujú. Sú to elementárne častice, z ktorých sa skladá celý náš vesmír, sily, ktoré medzi nimi pôsobia, a tiež spôsoby, ako ich môžeme študovať. Súčasťou kurzu je taktiež náhľad do špičkových fyzikálnych experimentálnych zariadení, ako je veľký hadrónový urýchľovač, ktorý sa práve v čase kurzu uvádzal do činnosti. Každý modul obsahuje aj rôzne aktivity, ktoré podľa vlastného záujmu študentov poskytujú široké možnosti ich ďalšieho vzdelávania v danej problematike. Pomocou samohodnotiacich testov si študenti v každom module môžu overiť ako porozumeli základným pojmom a javom, ktorým sa daný modul venuje. Je otvorené diskusné fórum. Celý priebeh on-line štúdia je elektronicky vyhodnocovaný. Modul „Laboratórne cvičenie“ je prípravou na prvé prezenčné stretnutie študentov, na ktorom študenti spracúvajú experimentálne údaje z CERN. Náplňou druhého stretnutia všetkých účastníkov na záver kurzu je súťaž prezentácií dvojčlenných tímov na zvolenú tému (výberom zo šiestich možností - Z čoho sa skladá svet? Základné sily prírody, ako pôsobia. Späť v čase – Hubblov teleskop, veľký tresk a vývoj Vesmíru. Čo je za štandardným modelom. Fyzika elementárnych častíc a raný Vesmír. Teória všetkého – veda alebo sci-fi...), celkové vyhodnotenie kurzu a ocenenie najúspešnejších účastníkov. Dvaja najúspešnejší účastníci kurzu získavali ako výhru týždenný pobyt v CERNe.

Aby sme získali spätnú väzbu s cieľom ďalšieho skvalitnenia kurzu, všetci účastníci na záverečnom stretnutí vyplnili hodnotiaci dotazník kurzu. Otázky boli zamerané na časovú náročnosť, obsah i formu kurzu. Z odpovedí na prvú oblasť otázok vyplynulo (Obr. 2), že veľkej väčšine študentov (84%) vyhovuje daný rozsah kurzu (týždeň na jeden modul) a dominantná časová náročnosť v rozsahu 0,5 – 1 hodina na jeden modul je primeraná v rámci aktivít voľného času študentov. Ukázalo sa, že študenti priemerne venujú používaniu počítača 3 hodiny týždenne a v podstatne väčšej miere (67%) ho využívajú na zábavu a kontakt s priateľmi, ako na štúdium, čo môže byť spôsobené nedostatkom podnetov na vzdelávacie aktivity realizované digitálnymi technológiami zo strany pedagógov.

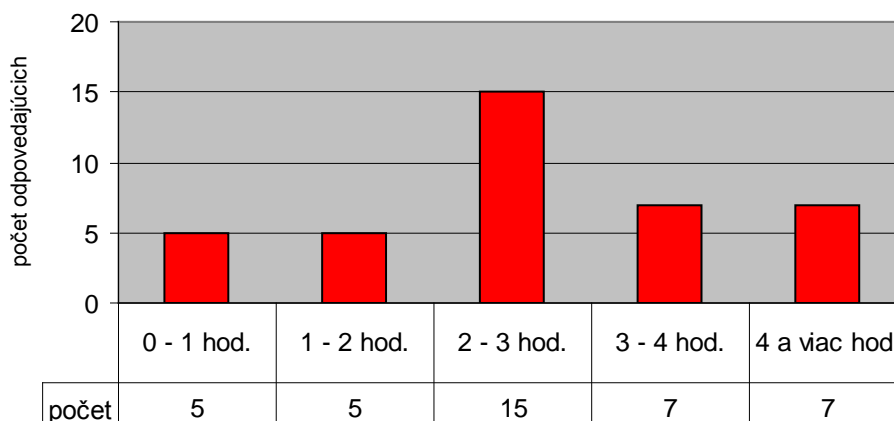


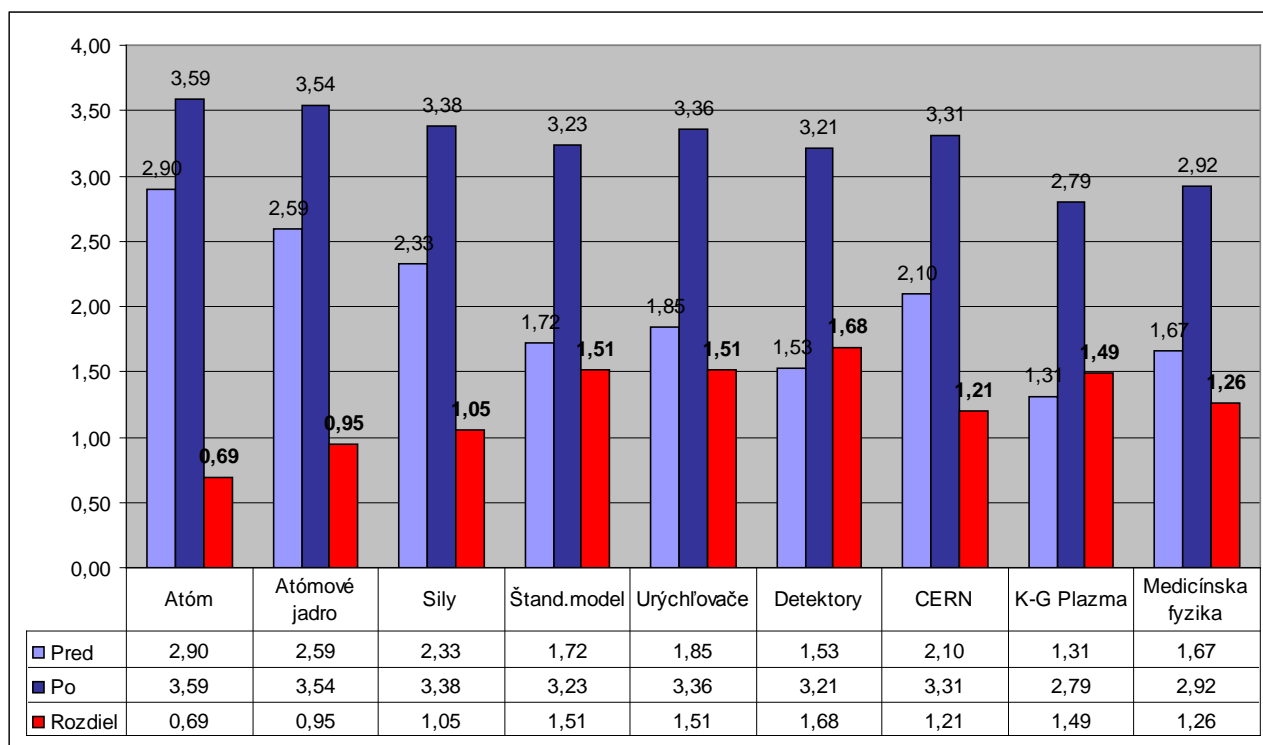
10 modulov kurzu a záverečný projekt ste absolvovali v časovom rozpätí 12 týždňov. Uveďte, aká dĺžka trvania kurzu by vám osobne najviac vyhovovala.

Celkovo mal kurz 10 modulov a záverečný projekt. Uveďte aký priemerný čas v hodinách ste venovali štúdiu a práci na jednom module kurzu.



Uveďte, koľko času priemerne denne venujete používaniu počítača.



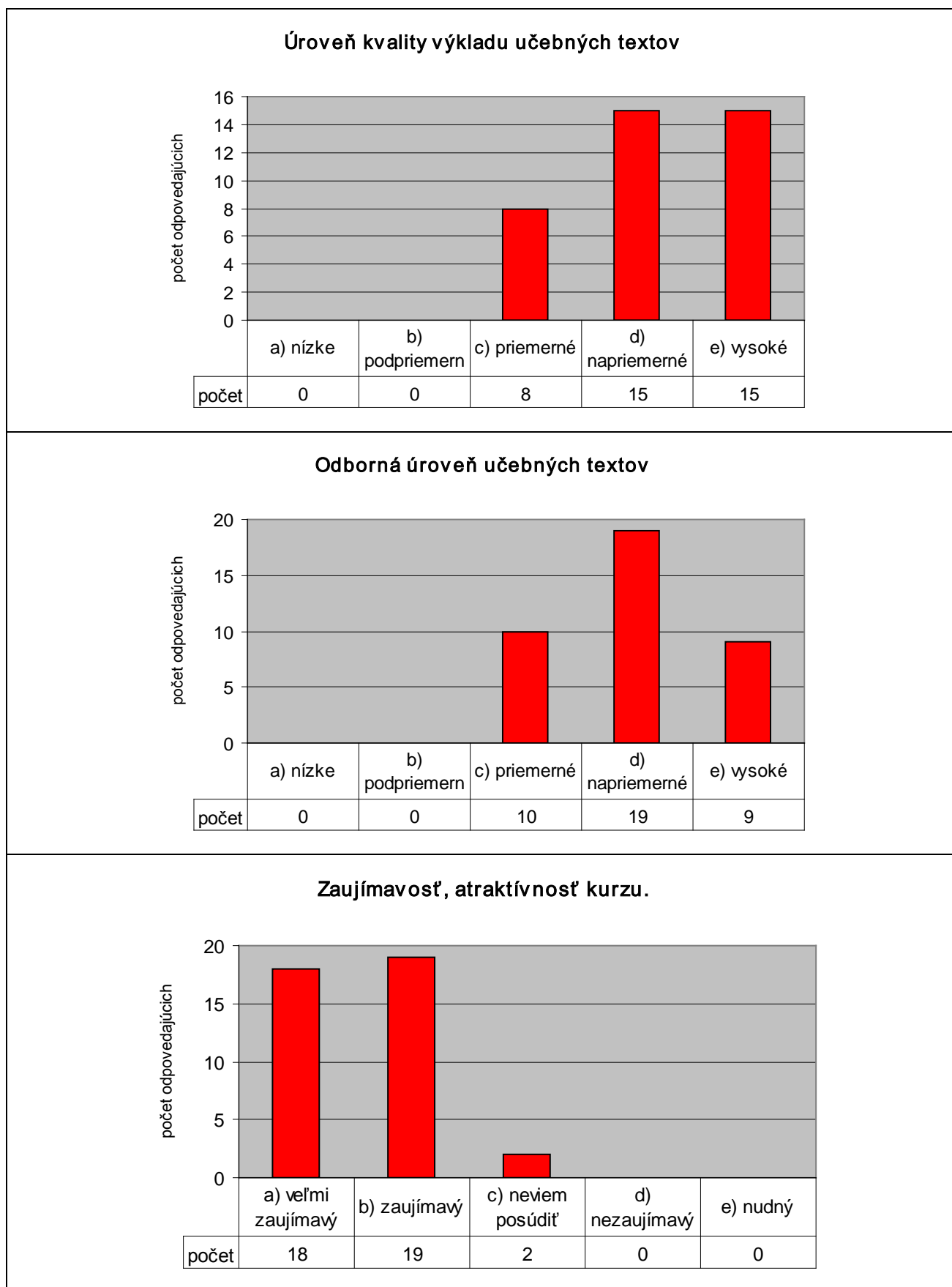


Obr. 3

Na Obr. 3 sú zobrazené výsledky odpovedí na otázku smerujúcu k porovnaniu úrovne vedomostí študentov z danej témy (pre každý modul) pred a po preštudovaní materiálov kurzu. Pred kurzom študenti ohodnotili svoje vedomosti vo všetkých uvedených oblastiach ako nízke (2,00 – nízka úroveň), po kurze úroveň vedomostí narástla (3,26 – viac ako priemerná). Z pohľadu nárastu vedomostí teda môžeme konštatovať, že kurz bol vo všetkých témach pre študentov prínosným. Celková kvalita študijných materiálov – množstvo študijnej literatúry, aktuálnosť zdrojov, odborná úroveň učebných textov a kvalita výkladu (Obr. 4) bola hodnotená ako takmer nadpriemerná. Priemerne bola hodnotená úroveň elektronických zdrojov, takže bude potrebné prehodnotiť ich zaradenie v aktivitách kurzu. Z celkového hodnotenia kurzu (Obr. 5) vyplynulo, že kurz je vhodne pripravený s primeranou úrovňou materiálov. Zaujímavosť kurzu je v rozpätí veľmi zaujímavý – zaujímavý, náročnosť je ohodnotená ako stredne veľká a časová náročnosť skôr ako ľahká. Veľmi pozitívne je hodnotená spokojnosť so získanými poznatkami (veľmi vysoká - vysoká) a ich využiteľnosťou v ďalšom štúdiu (vysoká). Na kurze študentov najviac zaujalo množstvo nových informácií, ich aktuálnosť a zaujímavosť, možnosť on-line štúdia, ale aj osobný kontakt s lektormi a záverečné prezentácie, uvítali by viac animácií a videosekvencií priamo k textom, či viac prezenčných stretnutí. Všetky závery, ktoré vyplynuli z hodnotiaceho testu, sa budeme snažiť využiť na ďalšie modifikovanie a skvalitnenie kurzu.

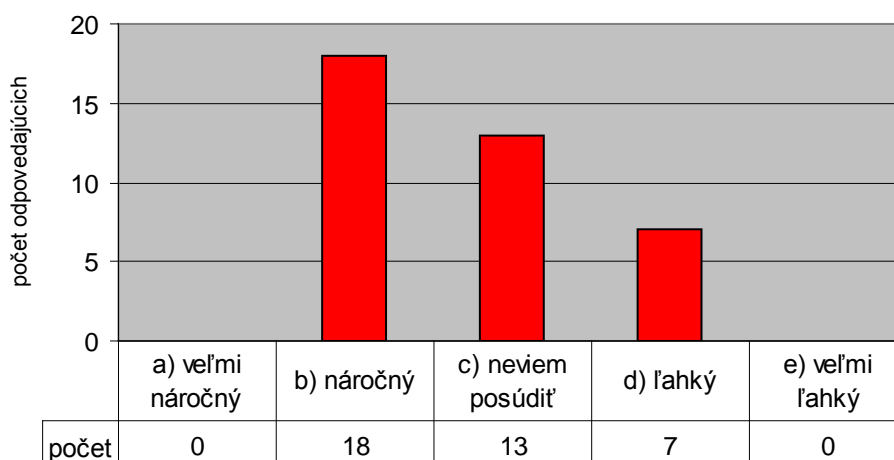
Tento kurz bude tvoriť aj základ dištančných častí vzdelávacieho programu „Okná do modernej fyziky“ v rámci aktualizácie programu s prezenčnou a dištančnou formou pre učiteľov základných a stredných škôl. Tento program bude pozostávať z troch modulov: Fyzika mikrosвета, Technologický prínos časticovej fyziky, Praktické ukážky experimentálnych metód. Hlavným cieľom aktualizácie programu je priblížiť účastníkom najnovšie poznatky z fyziky elementárnych častíc, ktorá prináša v súčasnej dobe fundamentálne poznatky o štruktúre hmoty a základných interakciách, umožniť absolventom nahliadnuť do fascinujúceho sveta aktuálnych objavov časticovej fyziky a ukázať ako tieto objavy menia naše chápanie sveta a súčasne poukázať na významné objavy zasahujúce do iných odborov vedy i bežného života, a v neposlednom rade ich

oboznámiť s novými metódami a prostriedkami popularizácie časticovej fyziky pre študentov stredných a žiakov základných škôl.

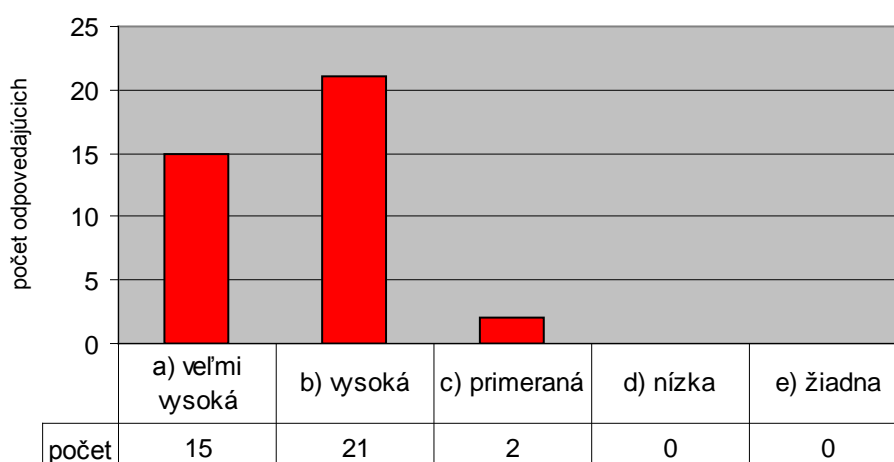


Obr. 4

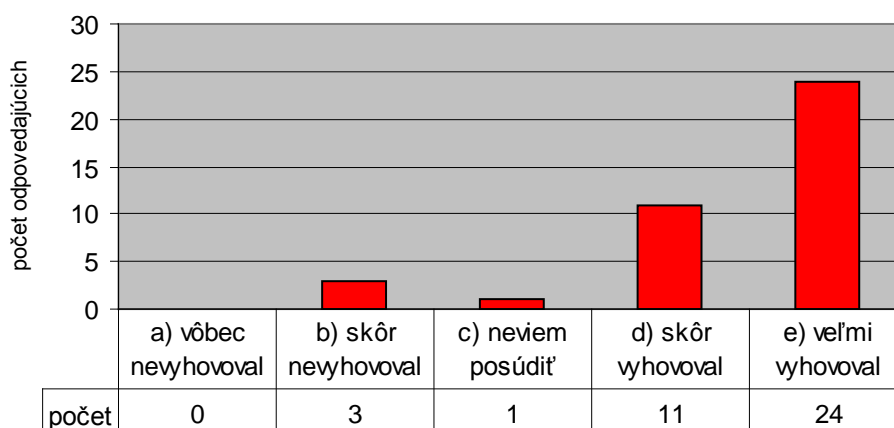
Odborná náročnosť kurzu.

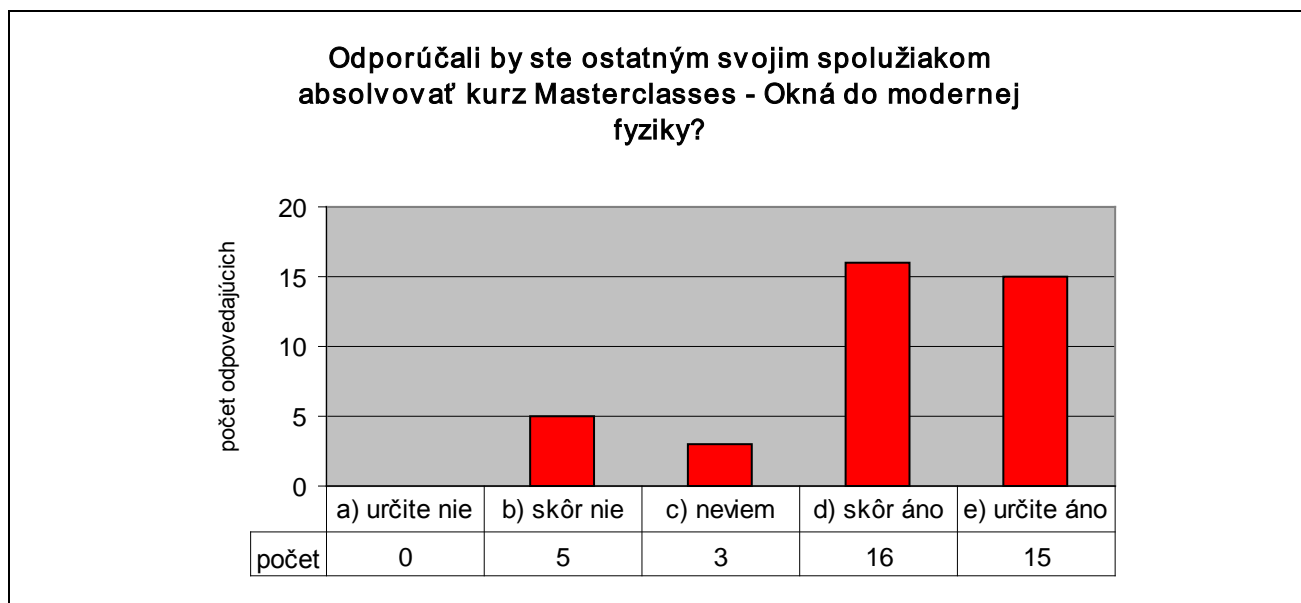


Spokojnosť so získanými informáciami.



Do akej miery vám vyhovoval on-line spôsob výučby počas kurzu Masterclasses - Okná do modernej fyziky?





Obr. 5

Záver

Ľudia hľadajú odpovede na základné otázky - z čoho sme vytvorení, odkiaľ pochádza hmota, ako vznikol Vesmír a ako zanikne. Modernej fyzike, ktorá hľadá odpovede na tieto otázky, sa venuje na hodinách fyziky na stredných a základných školách veľmi málo pozornosti. Preto je nevyhnutné vybrať najvhodnejšie, aktuálne a atraktívne témy a vytvoriť primerané popularizačné a učebné materiály v spolupráci s vedcami a pedagógmi. Niektoré vedné disciplíny sa pohybujú na hrane ľudského poznania, prinášajú úplne nové poznatky, ktoré sú výsledkom práce tímov odborníkov realizujúcich svoje bádanie v špičkových národných, európskych a svetových centrách základného výskumu. Nositeľmi nových informácií sú špičkoví vedci, ktorí daný výskum realizujú. Keďže ide o nové a aktuálne poznatky, musia byť interpretované priamo v spolupráci s týmito odborníkmi v zjednodušenej forme, aby mohli byť odovzdávané študentom a žiakom. Odhaľovanie tajov modernej fyziky, ako je časticová fyzika a jej technologické aplikácie, môže prispieť k podpore všeobecného záujmu mladých ľudí o fyziku a prírodné vedy.

PodĎakovanie

Projekt „Hands on Particle Physics – European Masterclasses for High School Students“ bol podporený Európskou fyzikálnou spoločnosťou (EPS – European Physical Society), ako aj Agentúrou pre podporu výskumu a vedy, projektmi LPP-0181-07 a LPP-0059-09 [11,12].

Literatúra

- [1] LHC Homepage, <http://lhc.web.cern.ch/lhc/>
- [2] CERN - European Organization for Nuclear Research, <http://www.cern.ch>
- [3] The LHC experiments, <http://public.web.cern.ch/public/en/LHC/LHCExperiments-en.html>
- [4] DIRNER, A., HLAVÁČOVÁ, J., 2008, *Okná do modernej fyziky*, Tvorivý učiteľ fyziky, Smolenice 2008, Zborník príspevkov, ISBN 978-80-969124-6-9, 2009, Košice
- [5] EPPOG – Hands on Particle Physics, <http://www.physicsmasterclasses.org/>
- [6] Physics Masterclasses Slovakia, <https://vkportal.evo.upjs.sk/epog/2010/>
- [7] UPJŠ EPPOG Masterclasses, <http://fyzika.uniza.sk/mc/>
- [8] KOBEL, M., High school students' exposure to modern particle physics, *Europhysics News* (2003) Vol. 34 No.3

- [9] Enabling Virtual Organizations (EVO), <http://evo.caltech.edu>
- [10] Masterclasses - Okna do modernej fyziky, Dištančný kurz na popularizáciu časticovej Fyziky, <http://ufv.science.upjs.sk/moodle/>
- [11] Cez mikrokozmos k poznaniu makrokozmu, <http://www.mikrokozmos.sk/>
- [12] Odhalenie tajov mikrosveta prostredníctvom analýzy experimentálnych dát, <http://www.mikrosvet.org/>.

Adresa autorov

doc. RNDr. Júlia Hlaváčová, CSc.
Katedra fyziky, Fakulta elektrotechnicky a informatiky
Technická univerzita v Košiciach
Park Komenského 2, 042 00 Košice
Email: Julia.Hlavacova@tuke.sk

RNDr. Alexander Dirner, CSc.
Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta,
Univerzita P. J. Šafárika v Košiciach
Jesenná 5, 040 01 Košice
Email: Alexander.Dirner@upjs.sk