

## ÚLOHA UČITEĽA FYZIKY V PROCESE TVORBY DIGITÁLNYCH VZDELÁVACÍCH OBJEKTOV

Lukáš Bartošovič, Peter Demkanin

Oddelenie didaktiky fyziky, Katedra teoretickej fyziky a didaktiky fyziky, FMFI UK Bratislava

**Abstrakt:** Už nejakú dobu sa „inovácií chtivý“ učiteľ fyziky nemusí spoliehať iba na hotové riešenia z oblasti animácií, apletov či simulácií. V súčasnosti máme k dispozícii niekoľko premyslených softvérových nástrojov, využitím ktorých vieme poľahky vytvoriť virtuálnu učebnú pomôcku s fyzikálnym charakterom. Jej zmysluplné nasadenie do vyučovacieho procesu však vyžaduje niekoľko odborností, dôsledkom čoho môže nastať situácia, kedy sa tvorivá činnosť dostáva na hranice možností jednotlivca. Preto má zmysel nastaviť tvorivý proces ako tímovú prácu, do ktorej učiteľ vnáša svoje vízie postavené na viacročnej praxi, programátor zabezpečí digitalizáciu učiteľovho návrhu a grafik tomu dodá vizuálnu podobu vysokého štandardu. Do jedného takto zameraného národného projektu sme sa aktívne zapojili aj my v úlohe odborného garanta. V nasledujúcich riadkoch sa na problematiku profesionálnej tvorby digitálnych vzdelávacích objektov pozrieme z pohľadu odborného zamestnanca, programátora a aj tvorivého učiteľa fyziky.

**Kľúčové slová:** digitálny vzdelávací objekt, fyzikálna animácia, tvorivý učiteľ

### Úvod

Na začiatok si položíme zdanlivo jednoduchú otázku – čo je **úlohou učiteľa**? Istotne by sa našlo množstvo ľudí, hlavne z radov širokej verejnosti, ktorí by poskytli zdanlivo samozrejmu odpoveď – úlohou učiteľa je učiť. Asi cítíme, že táto odpoveď je značne všeobecná, povrchná a že nereflektuje súčasnú rýchlo napredujúcu dobu. A vôbec, nereflektuje súčasnosť, vzťah učiteľ – žiak už nejaký čas nefunguje jednosmerne a taktiež nie vždy je učiteľ ten, čo učí a žiak, kto sa učí. Aj učiteľ sa musí vzdelávať a nie vždy vystačí s balíkom kompetencií, ktoré boli vyhovujúce 20 rokov dozadu. Niekdajšie vedúce postavenie učiteľa ako studnice vzdelanosti je ohrozené rozmachom internetových služieb a vo všeobecnosti pokročilými digitálnymi technológiami. Môžeme namietat, že tieto zdroje majú často otáznu kvalitu, v mnohých prípadoch prevýšenú kvantitou a atraktívnou formou prezentácie poznatkov. Avšak súčasná generácia má relatívnu slobodu výberu, navyše platí, že si s vyššou pravdepodobnosťou vyberú cestu menšieho odporu a s vyššou dávkou zábavy či vtiahnutia do deja. Preto k hlavným úlohám súčasného učiteľa patrí nielen vzdelávanie (žiakov aj samého seba), ale aj **inovácie** postupov, cieľov či prostriedkov. Uvedomuje si to nemálo učiteľov, zrejme všetky relevantné odbornovo-vedecké pracoviská a taktiež štátne inštitúcie zaoberajúce sa vzdelávaním. Úlohám a kompetenciám učiteľov fyziky pre efektívne a účinné riadenie fyzikálneho vzdelávania sa bližšie venuje Demkanin (2011), ktorý ponúka niekoľko pohľadov na možnosti skvalitnenia (inovovania) prípravy jednak budúcich učiteľov fyziky a tiež učiteľov v praxi. Učitelia samotní sa na neustále zmeny vo vzdelávacej sfére pozerajú skôr opatrne, často aj negatívne, čo preukázal aj náš nedávny prieskum (Bartošovič, 2013). Štátne inštitúcie na problematiku nahliadajú z iného uhla, skvalitňovanie a modernizovanie vzdelávacieho procesu je témou číslo jedna už viac než dve desaťročia a týmto smerom boli investované nemalé finančné prostriedky. Tieto snahy pravidelne končia rozpačito – buď je národný projekt zakliesnený v komplikovanej administratíve, alebo je realizovaný samoučelne (inovujeme, lebo musíme inovovať), prípadne sa čas implementácie inovačného procesu natiahne natoľko, že výsledný produkt je prinajlepšom bežný a štandardný.

Čo chýbalo doterajším snahám o zlepšenie stavu školstva? Hneď po slove „financie“ nasleduje odpoveď **spolupráca**. Každá z troch vyššie uvedených zložiek slovenského vzdelávacieho systému zvyčajne realizuje vlastný návrh a plán, z ktorého sú (taktiež zvyčajne) vynechané zvyšné dve zložky. Učitelia tvoria vlastné vzdelávacie materiály a metodiky, univerzity a im podobné pracoviská riešia výskumné projekty a štátne inštitúcie produkujú smernice, dokumenty a strategické plány, na základe ktorých by sa s využitím (malej) časti štátneho rozpočtu alebo zdrojov z EÚ mal dosiahnuť väčší či menší zázrak. Preto sme vcelku privítali možnosť zapojiť sa do projektu, ktorý by spojil všetky tieto zúčastnené strany do jedného celku a pokúsil sa opäť raz o dosiahnutie stavu, kedy sa aspoň časť škôl, učiteľov a žiakov bude môcť vzdelávať na úrovni, ktorá je vo svete štandardom.

## 1 Vzdelávanie postavené na digitálnych technológiách

Ďalšou otázkou by určite bolo – čo inovovať? Tu je odpoveď ešte komplikovanejšia a je ťažké nájsť zhodu nielen medzi učiteľmi, ale aj v odbornej komunite. Inovácie metód a foriem vyučovania sú zdĺhavé a nesú so sebou množstvo komplikácií – musia sa zmeniť oficiálne pedagogické dokumenty (ako napríklad štátny vzdelávací program (ŠVP)), je potrebné urobiť zmenu v príprave budúcich učiteľov (nielen) fyziky, aby po ukončení svojho vzdelávania boli schopní dôstojne fungovať v meniacej sa vzdelávacej sfére. Vymenia (aktualizujú) sa učebnice a iné edukačné materiály, zorganizujú sa aktualizčné školenia pre učiteľov z praxe. Nie je prekvapujúce, že k takýmto zmenám dochádza približne len raz za dekádu a že nie sú vítané a takmer naisto budú podrobené ostrej kritike. Spoločnosť a taktiež vzdelávacia sféra sú pomerne stabilným systémom, ktorý pomaly a nerád reaguje na zmeny (Demkanin, 2013). Tomu sa nevyhýbajú ani prírodné vedy, predsa školská fyzika, biológia alebo chémia sa v drvivej väčšine prípadov venujú témam, ktoré sú už mnohé roky nemenné. Zabúda sa však na to, že nie je dôležitý len obsah, ale aj metódy a prostriedky. O šikmom vrhu sa môžeme učiť za použitia učebnice, kriedy a tabule – alebo do vzdelávacieho procesu zapojíme aj interaktívny fyzikálny aplet. Skúmať napätie na kondenzátore vieme aj s bežným voltmetrom – o čo viac sa však dozvieme, ak skonštruujeme jeho počítačový model a siahneme po prostriedkoch počítačom podporovaného prírodovedného laboratória (PPPL).

Uvedené a množstvo ďalšieho združujeme pod jediný pojem – **digitálne technológie** (DT – ekvivalentný starší pojem je IKT, informačno-komunikačné technológie). V tejto oblasti bolo na Slovensku realizovaných niekoľko národných projektov. K najznámejším patrí **Infovek** (<http://www.infovek.sk>), ktorý centralizoval dodávku počítačov do škôl a dostal do nich aj viac-menej bezplatný internet, **Planéta vedomostí** (<http://planetavedomosti.iedu.sk>), digitálny vzdelávací obsah s cieľom postupne nahradiť tradičné tlačene učebnice a tiež **MVP** (Modernizácia vzdelávacieho procesu), projekt, ktorý systematizoval a skvalitnil prácu učiteľov (nielen) s DT. Každý z projektov mal veľa pozitív, no i niektoré negatíva – Infovek už zastaral, Planéta vedomostí sa vo svojich počiatkoch topila v extrémnom počte faktických chýb (a ešte stále jej chýba lepšie prepojenie so ŠVP) a projekt MVP nezasiahol všetkých učiteľov, pričom niektorí zo zúčastnených mu vyčítali príliš veľký dôraz na zapojenie zamestnancov univerzít a istý odklon od reality slovenského školstva (Bartošovič, 2013). Učitelia z praxe si doslova vyžiadali iniciatívu na národnej úrovni, v ktorej by hrali ústrednú rolu práve oni a ktorá by pomohla skvalitniť využívanie DT vo vyučovacom procese. Mnoho prieskumov ukazuje, že to, čo učiteľom v praxi najviac chýba sú hotové vzdelávacie a metodické materiály priamo použiteľné vo vyučovaní (za všetky takéto prieskumy spomeňme napr. Gergeľová, 2013). Edukačné prostriedky tohto typu sú dostupné v pomerne dobrom počte aj kvalite, istým problémom, ako podotýka aj publikácia autorského kolektívu (Demkanin et al., 2011) je roztrieštenosť učiteľov a nadšencov z univerzitnej pôdy a fakt, že sú slabo organizovaní. Súkromná iniciatíva jednotlivcov či menších kolektívov má často len lokálny dosah, prípadne pokryje iba časť fyzikálneho (prírodovedného) kurikula. Problémom sú aj používané technológie, mnohé aktivity fungujú len v určitom softvérovom prostredí, sú naviazané na isté technické riešenie alebo ich uplatnenie vyžaduje absolvovať školenie (či doplnenie vzdelania v odbore informatika).

Možno po vzore úspešných zahraničných programov a projektov, rozhodlo sa Ministerstvo školstva, vedy výskumu a športu Slovenskej republiky zadať úlohu štátom priamo riadenej organizácii CVTI (Centrum vedecko-technických informácií). Akýmsi podprahovým cieľom bolo zaplniť pokiaľ možno väčšinu medzier v digitálnej zložke slovenského školstva a to práve vďaka skúsenostiam učiteľov z praxe. Ak spomíname zahraničie, uveďme napríklad fínsky projekt „PD-project“ (Professional development programme), v ktorom učiteľia s dlhoročnou praxou vytvárali v spolupráci s odborníkmi na DT aktivity v koncepte PPPL, zdieľali ich s ostatnými učiteľmi na národnej úrovni a získavali skúsenosti jeden od druhého (Demkanin et al., 2008). Slovenský náprotivok sa, spočiatku pod gesciou ÚIPŠ (Ústav informácií a prognóz školstva), objavil v novembri roku 2012 pod názvom **Moderné vzdelávanie – digitálne vzdelávanie pre všeobecno-vzdelávacie predmety**. Realizácia digitálneho vzdelávacieho obsahu pre predmet fyzika bola zahájená na prelome rokov 2013 a 2014, tu sa do projektu zapojili v úlohe odborných garantov (členov kolégia odborného dohľadu) aj autori príspevku. Predfinálna fáza, t.j. testovanie vytvorených materiálov, bola ukončená záverom roku 2015, v súčasnosti by mala prebiehať skúšobná prevádzka portálu, na ktorý boli materiály umiestnené. Očakáva sa tiež prepojenie s digitálnou učebnicou Planéta vedomostí.

Prečo **digitálny obsah** a čo to vôbec je? Pre slovenského učiteľa fyziky nie je počítačová technika žiadnym problémom, DT sa vo fyzikálnom vzdelávaní využívajú už roky, pri zavádzaní fyzikálnych pojmov, pri plánovaní, realizácii a vyhodnocovaní fyzikálnych experimentov, pri spracovaní laboratórneho protokolu či

domácej úlohy... skrátka takmer všade. Netreba ale zabúdať na ciele fyzikálneho vzdelávania, preto je ovládnutie počítača skôr prostriedkom k ich dosiahnutiu než výsledkom vzdelávania (Demkanin et al., 2011). Počítač ako taký už nestačí, ani ako prostriedok na zvýšenie atraktivity vzdelávacieho procesu a ani v úlohe nositeľa inovácie. Počítačová technika v školách sa z moderného prostriedku presunula do úlohy štandardu. V porovnaní s technickými prostriedkami v rukách (a vreckách) našich žiakov je subštandardom. A tak je kľúčové, aby boli DT doplnené a neustále sprevádzané starostlivo navrhnutými vzdelávacími metódami. Najlepšie takými, ktoré boli vyvinuté špecificky pre danú digitálnu aktivitu alebo implementované zároveň s ňou. Platí princíp jednoduchého násobenia – násobíme metódy vyučovania a digitálne vzdelávacie prostriedky (pomôcky) a chceme dostať pozitívny efekt pre vzdelávací proces. Ak je však jeden z činiteľov nulový (nevýrazný, slabý), keby aj ten druhý bol na vysokej úrovni, výsledok efekt bude nulový alebo nevýrazný a slabý (Demkanin, Bartošovič, Velanová, 2012). Práve z toho dôvodu je príspevok aktívneho učiteľa z praxe základným kameňom akéhokoľvek projektu s priamou aplikáciou vo vyučovaní.

Po technickej stránke je základným kameňom tzv. **DVO** (digitálny vzdelávací objekt). Na ten boli tak od začiatku kladené vysoké nároky a počas implementácie projektu boli pravidelne sprísňované. DVO je v stručnosti čokoľvek, s čím možno pracovať v rámci vyučovacej hodiny na obrazovke počítača či tabletu, dobre navrhnutý DVO by nemal byť problémom ani pre interaktívnu tabuľu. Vo fyzikálnom kontexte sme pod týmto pojmom chápali videosekvenciu, statickú aj dynamickú prezentáciu, interaktívne cvičenie, jednoduchý model alebo fyzikálny aplet a určité miesto si našli aj fyzikálne vzdelávacie hry. Ďalšou dôležitou vlastnosťou DVO je možnosť bezproblémovo s ním pracovať nezávisle od používaného operačného systému a/alebo internetového prehliadača. Objekt by mal mať aj jednoduché ovládanie, nebyť náročný na výkon zariadenia, na ktorom beží a svojim spracovaním by nemal byť záťažou pre učiteľa či žiaka. Tým sa myslí, že ideálny objekt si na naplnenie svojho vzdelávacieho cieľa nevyžaduje viac než 10-15 minút. Učiteľ potom z niekoľkých objektov a niektorých ďalších foriem vyučovania zostaví vyučovaciu jednotku podľa svojich potrieb. Výhodou voči vlastným materiálom je eliminácia času stráveného pri ich tvorbe. V porovnaní s učebnicou je DVO možné aktualizovať alebo opraviť v rekordne krátkom čase a v podstate bezplatne. Menším nedostatkom je nemožnosť takejto úpravy samotným užívateľom a aj pri najlepšej snahe o univerzálnosť a nadčasovosť je tento digitálny vzdelávací materiál ovplyvnený preferenciami jeho autora. Preto boli do projektu tvorby DVO zapojení učitelia z rôznych typov škôl, s rôznymi prístupmi k vyučovaciemu procesu a taktiež kategorizácia objektov bola nastavená tak, aby pokryli čo najväčšie množstvo vyučovacích situácií. Aby sme maximalizovali možnosť pozitívneho výsledku tvorivého procesu, siahli sme po stratégii na slovenské pomery málo rozšírenej a vysoko špecializovanej.

## 2 Výskum vývojom ako metóda práce v národnom projekte

V rámci implementácie projektu „Moderné vzdelávanie“ sa na spoločnom úsilí inovovať využívanie DT na školách zúčastnilo viacero tímov, ktoré zastrešovalo CVTI. Špecifiká každého vyučovacieho predmetu vylučovali jednotný tím expertov, preto bolo ustanovených 11 samostatných pracovných skupín (pre každý zo všeobecno-vzdelávacích predmetov v ISCED 1 až ISCED 3) pod súhrnným názvom **Kolégium odborníkov**. My sme, ohliadnuc sa za našou doterajšou účasťou v projektoch ako MVP či Planéta vedomostí, uvažujúc aj vlastnú odbornú a výskumnú činnosť súvisiacu s dizajnom fyzikálnych modelov a apletov, rozhodli siahnuť po metóde práce, kde by sme skombinovali naše akademické zázemie, perspektívy výskumu (rozsah projektu ponúka unikátnu výskumnú vzorku) a tiež cieľ vyprodukovať vzdelávacie materiály s vysokou odbornou, formálnou aj didaktickou hodnotou. Uvedme tieto mierne idealistické zámery do reality.

**Výskum vývojom**, alebo design-based research je pomerne nová metodológia, ktorá je využívaná predovšetkým v informatike a didaktike informatiky. Spája dohromady dve profesie, resp. dva prístupy, ktoré zvyčajne rozpracovávajú jednu a tú istú problematiku, avšak jeden na ňu pozerá viac teoreticky a druhý prakticky. V slovenskom prostredí sa výskumu vývojom dlhodobo venuje skupina odborníkov v teórii vyučovania informatiky združená okolo I. Kalaša. Vzhľadom na silné medzipredmetové vzťahy fyziky a informatiky (Bartošovič, Demkanin, 2012) sme po tejto metóde odbornej a vedeckej práce siahli aj my. Podrobnejšie informácie je možné nájsť v publikácii (Kalaš et al., 2013), pre ucelenosť článku zhrňme najdôležitejšie myšlienky. Pri výskume vývojom sa súčasne zaoberáme analýzou teoretických východísk a aj produktom, na ktorý sa naša teória viaže.

V princípe podľa týchto **bodov**:

- vyvíjame inováciu vo vyučovaní, resp. učebnom prostredí, ktorá sa vzájomne prelína s tvorbou teórie o učení sa s touto inováciou
- výskum a vývoj realizujeme vo vzájomne opakujúcich sa cykloch
- náš výskum má za cieľ objasniť, ako nami vyvinutá inovácia funguje vo vyučovacej praxi, zaoberáme sa preto nielen pozitívami, ale aj negatívami a prípadnými interakciami aspektov produktu
- vo výskume používame metódy, ktoré by nám mali pomôcť pri vysvetlení celého procesu, od nasadenia inovácie až po výsledky, ktoré sme vďaka inovácii začali pozorovať.

Počas toho sa výskumník a vývojár v jednej osobe dostane cez niekoľko **etáp**, pričom platí, že sa tieto navzájom prelínajú a dopĺňajú – **orientačná** (študujeme teóriu, skúmame už hotové inovácie), **prieskumná** (vývoj prototypu, úvodné nasadenie v praxi), **vývojová** (produkt je v pokročilej fáze vyhotovenia, zaoberáme sa konkrétnymi otázkami a cieľmi v danej problematike) a **analytická** (inováciu upravujeme už len mierne, viac zbierame údaje, analyzujeme ich a tvoríme tak teóriu, ktorá bude v závere procesu dotvárať výsledný produkt). Samotný objekt postupne (aj viackrát po sebe, cyklicky) prejde týmito **fázami** – návrh, vývoj, nasadenie, pozorovanie a analýza.

Aby sme neostali len v rovine teórie, v rámci našej tvorivej a analytickej činnosti sme sa pozreli aj na jeden reprezentatívny a úspešný zahraničný projekt, ktorý takýto prístup využil v oblasti teórie a praxe vyučovania fyziky (prírodných vied). Jedná sa o súbor interaktívnych modelov (animácií, apletov), ktorý vyvíja a neustále zdokonaľuje americký team vystupujúci pod skratkou **PhET** (The Physics Education Technology Project). Tu sa už od začiatku dôsledne držia organického prepojenia teórie a praxe, tvorby softvérového produktu a analýzy jeho efektu vo vyučovaní. Základom je nasledovná os: stanovenie vzdelávacích cieľov – prvotný návrh fyzikálnej animácie – posúdenie odborníkom v oblasti teórie vyučovania – testovanie prototypu na modelovom budúcom užívateľovi – úpravy prvotného dizajnu – opätovné testy – inovácie na základe spätnej väzby – skúšobné nasadenie v prostredí reálnej triedy – finálny dizajn (UCB, 2011a). Samozrejme, uvedený rámec je len orientačný, niektoré z fáz môžu byť opakované hoci aj 10x a viac. Platí, že kvalita výsledku by nemala byť podriadená rýchlosti nasadenia inovácie. Za najdôležitejší bod považujeme stanovenie si **vzdelávacích cieľov**, pokiaľ nevieme, čo chceme vzdelávaním dosiahnuť, nie je možné overiť, či náš vzdelávací proces priniesol pozitívny efekt, alebo efekt vôbec. Podobne to platí pre inovácie.

Preto sa pri tvorbe každého DVO začalo najprv od cieľov – tie navrhol učiteľ fyziky z praxe, pričom podľa propozícií projektu mal za povinnosť vychádzať z revidovanej Bloomovej taxonómie vzdelávacích cieľov, aktuálne platného ŠVP pre predmet fyzika a dôraz bol kladený aj na prepojenie na súčasné učebnice. To sme zabezpečili už v orientačnej fáze, kedy sme zostavili zoznam tém kopírujúci témy v učebniciach fyziky, doplnili ho cieľmi a navrhli niekoľko metód a foriem, ktoré by sa ponúkali ako vhodné pre ten-ktorý DVO. Okrem pedagogickej roviny a odborného obsahu bolo nutné zohľadniť aj súčasné trendy v sfére interaktívnych (fyzikálnych) animácií. Podľa (UCB, 2011b), (Adams et al., 2008a) a (Adams et al., 2008b) k najdôležitejším patrí:

- DVO by mal byť ľahko ovládateľný aj bez predchádzajúcich inštrukcií, pričom „kontrolný panel“, by mal byť obmedzený na minimum prvkov, ktoré musia byť intuitívne a pre väčšinu objektov spoločné
- text by mal byť limitovaný na pár slov až viet, s výnimkou zavádzania fyzikálnych pojmov a/alebo pri objekte typu prezentácia – naopak, grafické prvky by mali mať prioritu
- digitálny objekt by mal udržať žiakovu pozornosť, nebyť príliš presýtený podnetmi, no súčasne musí klásť na neho určité nároky... pokiaľ máme možnosť, uplatníme v rozumnej miere princíp „hravosti“ (v dnešnej dobe kriticky dôležitý aspekt, pre mladú generáciu sú DT predovšetkým zdrojom zábavy)
- grafický dizajn musí byť atraktívny, obrázok alebo grafika v pozadí pracovného prostredia dotvárajú celkový dojem a navodzujú atmosféru, súvisia s témou, žiak však musí vedieť rozlíšiť, čo je kľúčové a čo viac-menej dekoratívne
- ak je to možné, žiak by mal pri práci s objektom čo najviac klikať, ťahať, posúvať, ukazovať, premiestňovať, pozorovať dej a zasahovať doň – a čo najmenej písať, čítať, pasívne sledovať dianie na obrazovke... prvky pracovného prostredia reagujú na aktivitu študenta a stimulujú ho k ďalšej
- žiak najlepšie pracuje s tým, čo mu je známe, ešte lepšie, ak je to prepojené na reálny svet okolo neho – pozor však, aby výsledný produkt nebol braný príliš doslovne, musí byť stále jasné, že sa nachádzame vo virtuálnom prostredí počítača a používame modely a analógie.

### 3 Učiteľ ako člen tímu vytvárajúceho digitálne vzdelávacie objekty

Môžeme pozorovať, že na učiteľovu osobnosť boli pri takomto prístupe kladené nemalé nároky. Situácia však nie je natoľko komplikovaná, ako by sa mohlo navonok zdať. Učiteľ pri svojej snahe o proces inovácie vzdelávania nebol osamotený. A ani nesmie byť, ako uvádzajú autori (Wieman, Perkins, 2006), tvorba efektívneho interaktívneho edukačného apletu je proces, ktorý autora – jednotlivca posunie za hranicu svojich schopností. Sledovať súčasne vzdelávaciú, programátorskú, grafickú, odbornú a tiež praktickú rovinu znamená obetovať veľké množstvo času a tiež financií. Rovnako tento model nie je dlhodobou udržateľný z manažérskeho aj podnikateľského hľadiska. Čo však nezvládne jednotlivec, dokáže dobre zohraný tím, ktorý bude podriadený nejakej profesionálnej organizácii alebo štátnej inštitúcii.

V samotnom projekte „Moderné vzdelávanie“ hrali učители dve dôležité **úlohy** – metodik vzdelávacieho obsahu a tvorca návrhov DVO. Prvá kategória bola zastúpená niekoľkými vybranými a preverenými odborníkmi s dlhoročnou pedagogickou praxou, ktorí prvotné učiteľské návrhy posúdili z viacerých vyššie uvedených aspektov a aj z hľadiska realizovateľnosti a prínosu pre inováciu vzdelávania s DT. Výstupom ich činnosti boli tzv. scenáre (v žargóne projektu „storyboardy“), ktoré obsahovali vzdelávacie ciele DVO, metodické poznámky, odborný obsah (jadro objektu) a tiež poznámky pre programátorov a grafikov, ktorí učiteľský návrh spracujú do profesionálnej digitálnej podoby. **Metodik** dbal aj na dodržiavanie obsahového a výkonového štandardu v súlade so ŠVP. Mal na starosti i komunikáciu učiteľov tvoriacich návrhy s grafikmi a ďalšími odbornými či riadiacimi zamestnancami tímu.

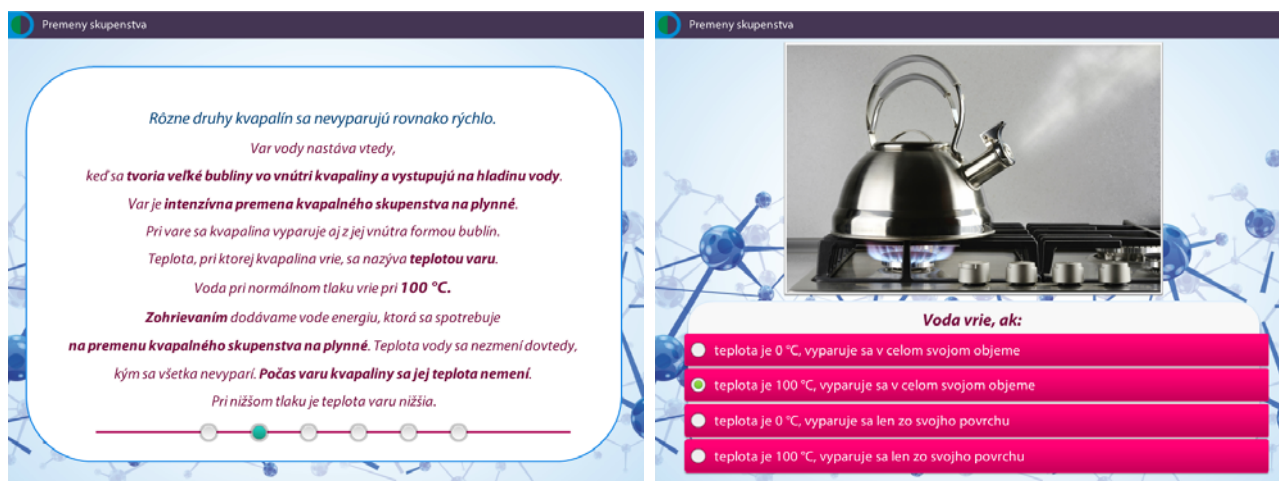
Najväčšie personálne zastúpenie v projekte mali **učitelia tvoriaci návrhy** budúcich DVO. Celkovo ich v projekte pôsobilo okolo 800, pričom v predmete fyzika sa ich v ISCED 2 a 3 postupne vystriedalo približne 50. Najväčšiu skupinu tvorili učители gymnázií, o niečo menšia časť kádra bola zostavená z učiteľov zo základných škôl a asi 10 percent autorov pochádzalo z odborných stredných škôl. Ak by sme sa pozreli na počet vytvorených DVO, celkovo ich v projekte vzniklo cez 10-tisíc, z toho niečo cez 500 bolo koncipovaných pre predmet fyzika. Uvedené číslo môže pôsobiť ako zanedbateľná časť celkového objemu projektu, treba však prihliadnúť na fakt, že jeden zo zámerov je vyplniť medzery v slovenskom digitálnom školstve. V oblasti fyziky (myslíme na digitálne kurikulum Planéty vedomostí) je vzdelávací obsah pomerne dostatočne naplnený (aspoň v aspekte kvantity). Musíme taktiež prihliadnúť na fakt, že pokiaľ sa do projektu v rámci predmetu Slovenský jazyk a literatúra v začiatkoch projektu aktívne zapojilo viac ako 100 učiteľov, za fyziku to bolo menej ako desať. Uvedené počty neskôr vzrástli, avšak len úmerne – úmerne s tým išli kapacitné možnosti produkcie fyzikálnych DVO. Faktom je aj to, že proces tvorby fyzikálneho DVO od návrhu až po finálny produkt bol v porovnaní s napríklad dejepisným objektom rádovo 10-násobne dlhší (a náročnejší). V priemere na učiteľa fyziky pripadlo 10 objektov, niektorí však vytvorili aj viac ako 20 (ak sa ich produkty tvorivej činnosti a postupy v priebehu projektu stretli s pozitívnym ohlasom ostatných členov tímu) a niektorým bolo umožnené podieľať sa len na 2-3 DVO, to pokiaľ metodici aj garanti zhodnotili prácu s daným učiteľom ako problematickú alebo jeho návrhy spĺňali len minimálne štandardy. Učители v úlohe autorov boli za svoju prácu finančne honorovaní a určitou odmenou pre nich môže byť aj skutočnosť, že ich meno je uvedené na úvodnej obrazovke nimi vytvoreného digitálneho objektu.

### 4 Typológia prístupov pri tvorbe návrhu DVO

Keďže sme sa na prácu v projekte pozerali minimálne z dvoch uhlov (výskumník z didaktického pracoviska, odborný garant), stanovili sme si za nevyhnutné uplatňovať výskumné postupy vo väčšine fáz implementácie projektu. To znamená aj pri kontakte s jednotlivými členmi tímu. Vychádzali sme pri tom z myšlienky, že neexistuje univerzálna stratégia, ktorá by učiteľa či žiaka dovedla s úspechom k dosiahnutiu stanoveného cieľa. Tieto rozdiely v prístupoch, jednak učiteľa k tomu, ako učí a tiež žiaka, ktorý sa učí, môžeme definovať pojmom **učebný štýl** (Pasch, 1998). Jestvuje nemálo učiteľov, ktorí vďaka použitiu transmisívnej vyučovacej metódy dosahujú u svojich žiakov pozoruhodné výsledky (napr. vynikajúce umiestnenie na fyzikálnej olympiáde) a taktiež mnoho učiteľov, pre ktorých je alfou a omegou dôsledná aplikácia aktuálnych trendov vo vyučovaní a v DT. Rozdiely sa nájdu aj v spôsobe uchopenia vybraného štýlu, ak sa zameriame na DT, existujú minimálne dva prístupy – v jednom sú DT prostriedkom, pre druhý prístup sú cieľom. V procese posudzovania DVO za predmet fyzika, **všimli sme si** preto nielen odbornú a pedagogickú stránku budúcich fyzikálnych simulácií, cvičení a prezentácií, no uvažovali sme aj nad tým, nakoľko vhodne (alebo nie veľmi vhodne) využil daný učiteľ–autor prostriedky z balíka DT, ktoré mal k dispozícii. Jednotlivé DVO sme tak analyzovali aj z hľadiska teórie vyučovania fyziky (a informatiky), pri čom sme dospeli k nutnosti vytvoriť si

internú kategorizáciu učiteľských prístupov ku návrhu fyzikálneho DVO a jeho neskoršej implementácie do v praxi použiteľnej podoby. Zaradením autora do jednej z kategórií sme sa potom vedeli lepšie stotožniť s jeho prístupom k tvorbe DVO, vďaka čomu sme mu potom vedeli adresovať presnejšie zacielené a konštruktívne komentáre, odporúčania a pripomienky. Pri zostavovaní zatriedenia autorských štýlov sme sa opreli o metódu „grounded theory“ (zakotvená teória), kde sme na základe metodologických odporúčaní pre kategorizácie a typológie (Charmaz, 2006) skúšali nájsť nejaké typické (často sa opakujúce) znaky, charakteristiky navrhnutých objektov a prístupov k ich tvorbe, podľa ktorých ich možno buď porovnať (nájsť medzi nimi niečo, čo majú spoločné) alebo jednoznačne odlíšiť. Prostredníctvom pomerne komplikovanej analýzy učiteľských postupov aj výsledných produktov ich tvorivej činnosti sme určili **tri nosné kategórie** autorských prístupov a tak môžeme učiteľov fyziky zapojených do projektu rozdeliť nasledovne:

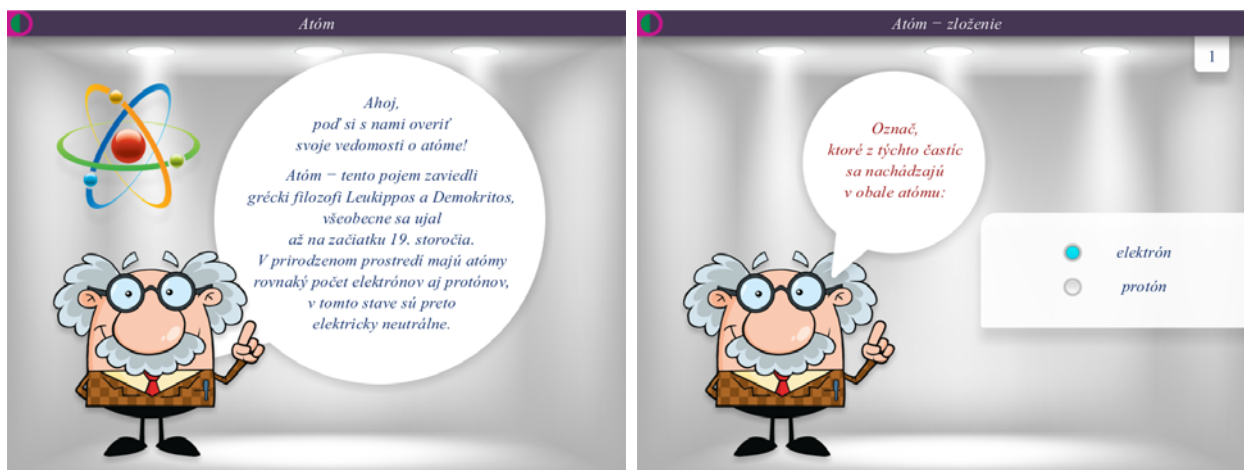
**Tvorca „digitalizátor“** – kvantitatívnu analýzou typov digitálnych vzdelávacích materiálov najčastejšie využívaných vo vyučovacej praxi (nielen) slovenskými učiteľmi fyziky by sme najskôr došli ku typu prezentácia. Vzhľadom na to, že koncepcia DVO bola riešená podobne ako lineárna postupnosť snímkov (slajdov) v programe MS PowerPoint, je jasné, že väčšina učiteľov (ak im to bolo umožnené) siahala práve po takomto koncepte. Nosnou myšlienkou prístupu digitalizátora je, že do digitálnej podoby transformuje vzdelávacie materiály, ktoré by takto štylizované mohli byť pokojne vytlačené na listy kancelárskeho papiera a z pointy DVO by nič neubudlo. Vlastne áno, stratilo by sa z neho „D“, už by nebol digitálny. V prístupe tvorcu digitalizátora sa skrýva veľké riziko – drahé technológie (notebooky, rýchly internet, interaktívna tabuľa) budú využité neúčelne. Takáto forma prezentácie vzdelávacieho obsahu je tiež málo interaktívna a relatívne jednotvárna, žiakovi postačuje čítať text, všimnúť si prípadný obrázok a zvyčajne len kliknutím označiť správnu odpoveď. Príkladom môžu byť snímky, ktoré vidíme na obrázku nižšie (Obr.1) – tieto sú samozrejme len výňatkom a ukážkou konkrétneho digitálneho vzdelávacieho objektu s názvom **Premeny skupenstva**. Plusom takéhoto prístupu je to, že žiak sa zameria iba na obsah a nie je rozptyľovaný grafickými prvkami alebo interaktívnou formou cvičenia/prezentácie/modelu. Objekty uvedeného „stručného“ typu sú úderné a miera presne na cieľ. Obsah takto podaný je jasný väčšine žiakov a jednotlivé obrazovky sú veľmi výstižné. Ovládanie DVO je jednoduché, z čoho pre žiaka vyplýva (s prihliadnutím na tému) univerzálnosť, objekt je vhodný pre ISCED 2 aj 3. Výhoda je i na strane grafika (programátora), výroba DVO je rýchla a nenáročná. Odborný zamestnanec a garant majú istotu ľahkej kontroly vyrobeného DVO. Špecifickou subkategóriou „digitalizátora“ je **tvorca „špecialista“**, ktorého výsledné produkty majú síce jednoduchú formu, ich obsah však je komplexný až komplikovaný. Takýto DVO sa predpokladaným časovým trvaním práce žiaka často priblížil aj k 30 minútam.



Obr. 1: Ukážka prístupu tvorcu „digitalizátora“ (vybrané obrazovky z DVO)

**Hravý tvorca** – o niečo menej častým je autorský prístup, ktorý charakterizuje prevažne učiteľov základných škôl a tiež DVO určené predovšetkým pre ISCED 2. Autori spadajúci do tejto kategórie si za primárny cieľ svojej tvorivej činnosti dali spríjemnenie a zatriktívnenie vzdelávacieho procesu. Ich pôvodným plánom pred začatím skutočnej práce totiž bolo, že v projekte presadia vlastné vzdelávacie materiály, ktoré niektorí z nich vyvíjajú dlhé roky a neustále ich skvalitňujú na základe skúseností. Keď však zistili, že ich úloha bude „len“ vo

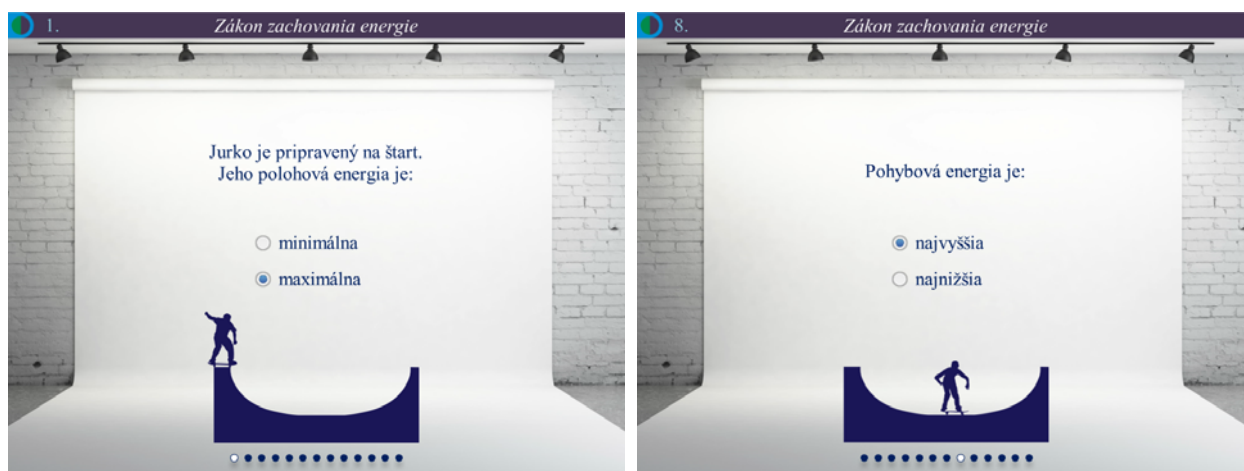
fáze návrhu a občasných korekcií pracovných postupov grafika produkujúceho „nudné“ prezentácie, rozhodli sa prostriedkami z digitálneho prostredia oživiť pre nich málo inovatívny vzdelávací materiál. Preto sa v návrhoch a aj hotových DVO od hravých tvorcov stretne s pestrofarebným prostredím, množstvom prevažne dekoratívnych obrázkov a fotografií, skáčucimi, hovoriacimi či hrajúcimi sa postavičkami, ktoré boli vo väčšine prípadov obhajované zo strany autora ako „sprievodca týmto digitálnym objektom“. Predpokladáme, že väčšina z takto tvorivých učiteľov si svoj učebný štýl formovala v čase, keď boli hitom rôzne detské a žiacke multimedialne encyklopédie. Nosnou myšlienkou prístupu je, že fyzika by mala byť hravá a pútavá. Pokiaľ v predošlom pohľade „digitalizátora“ jestvovalo vysoké riziko nedostatočného využitia potenciálu DT, tu vidíme presný opak – technológie využívame naplno, avšak len pre ne samotné. Samoučelnosť sa môže prejaviť aj v odklone žiaka od stanoveného cieľa, sústredí sa na tie znaky DVO, ktoré len málo súvisia s modelovaným fyzikálnym javom. Je takmer isté, že bez zásahu učiteľa bude žiak takto zhotovený objekt považovať za hru alebo mu nebude prikladať vážnosť. Z aktívneho sa stane pasívne a žiak len bezmyšlienkovito „prekliká“ snímky od prvej po poslednú. Uvažujme prácu viacerých žiakov – ten, ktorý obsluhuje digitálny objekt sa stane ústredným hráčom a zvyšok kolektívu prejde do režimu „kino“ (Bartošovič, Demkanin, 2012). V kontraste s tvorcom „digitalizátorom“, tu prevláda forma nad obsahom. Nevýhodu návrhu pocítia aj grafici, metodici a garanti, výroba hravého DVO je náročná na čas a kontrola správnosti vyrobeného objektu je sťažená množstvom prvkov, pri ktorých je pointa často známa len samotnému autorovi. Úskalím je obmedzenie použitia pre rôzne vekové skupiny žiakov, aj s ohľadom na aprobáciu učiteľa–autora, výsledný produkt je vhodný primárne pre ISCED 2. Napriek tomu sme sa v niekoľkých málo prípadoch stretli aj s návrhom hravého DVO pre ISCED 3, príkladom môže byť digitálne cvičenie (test) s názvom **Atóm** (Obr.2). Práve tu sa však ukázali aj pozitívne aspekty prístupu, navonok málo atraktívna alebo obľúbená téma (čo jadrová fyzika z pohľadu žiakov je) sa razom stáva príťažlivejšou. Žiak ľahšie „prepáči“ náročný obsah či zákerné otázky a jeho negatívny pohľad na tému je odpútaný grafickou podobou objektu. Takto spracované objekty sú vysoko estetické a z pohľadu profesionálnych autorov digitálnych vzdelávacích materiálov by obstáli asi najlepšie. Ovládanie objektu je aj vďaka sprievodcovi či vyskakujúcim textovým bublinám (nápoved', pomôcka) jednoduché a zvládnuteľné pre väčšinu žiakov, nevadí, keď by aj celkom nepochopili pointu. Preto má hravý DVO v sebe skrytý veľký potenciál zaujať žiakov, ktorí nemusia byť (alebo vôbec nie sú) zameraní na fyziku či prírodné vedy.



Obr. 2: Ukážka prístupu hravého tvorcu (vybrané obrazovky z DVO)

**Tvorca „animátor“** – v čase, keď sme začali pracovať v projekte digitalizácie vzdelávania, mali sme len hmlistú predstavu o tom, čo je chápané pod pojmom DVO. Predpokladali sme, že výsledným produktom budú jednoduché fyzikálne aplety alebo interaktívne cvičenia, testy a kvízy. S touto myšlienkou vstupovala do projektu aj istá časť učiteľov, hŕstka z nich sa po zoznámení s „power-pointovým“ štýlom digitálnych objektov rozhodla neopustiť svoj prístup. Napriek vyššie uvedeným pozitívam „digitalizačného“ a „hravého“ prístupu sme práve tvorcu „animátora“ považovali za najviac vítaný jav. Nosnou myšlienkou takto štylizovaného DVO je, že vďaka možnostiam pokročilých DT je možné kombináciou premyslenej série ilustrácií alebo fotografií doplnených trefným textom rozhábať inak statické prezentácie. V ďalšej časti článku v stručnosti vysvetlíme, prečo bolo nutné siahnuť po takomto náhradnom riešení a prečo sme v projekte nemohli uplatniť animácie

či interaktívne modely v ich typickej podobe. Sťažené podmienky pre návrh „staticky dynamického“ DVO sa ale vôbec neodrazili na výslednom pozitívnom efekte. Potenciál digitálnych technológií bol využitý v značnej miere, no súčasne sa vzdelávacie ciele a fyzikálny obsah neodsunuli do úzadia. Grafické prvky nemali len dekoratívnu, ale aj funkčnú úlohu a ilustrácie veľmi často vystupovali ako kľúčový prvok – ako príklad môžeme uviesť fyzikálnu úlohovú situáciu zadanú grafom či obrázkom, na ktorom je nejaký fyzikálny experiment alebo dej/jav z bežného života. Dodaním dynamiky lineárnej sérii snímok prezentácie sa autorovi s vysokou pravdepodobnosťou podarí žiaka vtiahnuť priamo do deja, žiak prejaví úprimný záujem a zvedavosť – čo ho čaká na nasledujúcej obrazovke? Ako ilustráciu uvedeného prístupu predkladáme výňatok v podobe dvoch vybraných obrazoviek z interaktívnej simulácie **Zákon zachovania energie** (Obr.3). V porovnaní s prevažne textovým spracovaním tvorcu „digitalizátora“, tu je podanie fyzikálnej témy rýdzo názorné, fyzikálne javy/deje predsa pozorujeme v ich vizuálnej podobe, nie v podobe textovej (aj preto je model s grafickým výstupom silnejší edukačný nástroj). Tým, že žiak na obrazovke pozoruje fyzikálny dej, je u neho vyvolaný stimul, na ktorý žiak zareaguje, napríklad výberom odpovede alebo označením určitej časti obrázku. Môžeme preto povedať, že objekty od tvorcu animátora sú interaktívne, aj keď len na základnej úrovni (danej technickými možnosťami). Rovnako ako pri hravom prístupe, aj tu je ovládanie pre žiaka príjemné, je to dané názornosťou objektu. Potenciál zaujať žiaka, ktorý nie je zameraný na fyziku sa pohybuje niekde medzi predošlými dvoma autorskými prístupmi. Avšak, žiaci s vyšším záujmom o štúdium fyziky sa v takomto štýle spracovania nájdu zrejme najlepšie zo všetkých druhov DVO. Objekty sa ale lepšie hodia pre vyššie ročníky a pre témy, ktoré vyžadujú vizualizáciu diskutovaného fyzikálneho javu či deja. Menším negatívom je, že žiak musí súbežne vnímať viacero podnetov, alebo ich musíme usporiadať tak, aby nespôsobili kognitívne preťaženie (Wieman, Perkins, 2005). Nielen z tohto dôvodu je „animovaný“ digitálny objekt pomerne náročný na výrobu (program a grafika) a taktiež aj návrh učiteľa–autora si vyžaduje starostlivé a podrobné spracovanie. Pokiaľ v prevažne textových objektoch poľahky opravíme či odpustíme preklep alebo faktickú chybu, tu má spravidla omyl v animácii a/alebo sprievodnom texte za následok vznik miskoncepce.



Obr. 3: Ukážka prístupu tvorcu „animátora“ (vybrané obrazovky z DVO)

Sme si vedomí, že vyššie uvedená typológia nie je jediná, ktorá by sa dala získať analýzou autorských prístupov pri digitalizácii fyzikálneho vzdelávacieho obsahu. Je to dané predovšetkým relatívne malou vzorkou účastníkov výskumu a taktiež špecifikom projektu – učitelia aj grafici tvorili DVO na základe konečného počtu „stavebných“ prvkov. S istou dávkou zjednodušenia a obraznosti by sme to mohli prirovnať k jednoduchej skladačke typu LEGO, kde je možné dosiahnuť relatívne ohraničený počet výtvarných návrhov. Tiež je potrebné zdôrazniť, že nie všetci autori spadali len do jedinej kategórie, našlo sa niekoľko takých, ktorí sa počas svojho pôsobenia v projekte vyskytli v dvoch alebo aj všetkých troch typoch prístupu. Určitú rolu mohla zohrať prispôbitosť učiteľov, ak bol napríklad tvorca „animátor“ manažérom alebo metodikom požiadany o návrh DVO, ktorý by odzrkadľoval skôr prístup „digitalizátora“ a daný tvorca oplýval značnou všestrannosťou, mohol bez problémov zvládnuť aj takýto štýl. Uvedený jav sa vyskytoval takmer výlučne u učiteľov, ktorí majú ako druhý aprobačný predmet informatiku.



## 5 Postavenie grafika/programátora v procese tvorby DVO

Ak z hľadiska projektu bol najdôležitejším (v zmysle ústredným) členom tímu učiteľ, tvorca návrhov digitálnych vzdelávacích objektov, pre koncového užívateľa DVO, žiaka i jeho učiteľa, je najdôležitejší grafik. V texte článku sme už na rôznych miestach uviedli, s čím všetkým sa musel oboznámiť programátor alebo grafik, ak chcel byť prínosom pri tvorbe edukačných materiálov. V porovnaní s väčšinou učiteľov, grafik dokáže transformovať v krátkom čase takmer ľubovoľný návrh do profesionálnej podoby. **Postup práce** bol vo všeobecnosti nasledovný – grafik si najprv preštudoval učiteľský návrh v textovej podobe a podľa poznámok metodika a odborného garanta si zvolil rámec DVO. Ten by sme mohli zhruba prirovnať k prístupom uvedeným v predchádzajúcej časti príspevku – grafik sa napríklad na základe výrobnéj dokumentácie rozhodol, že návrh učiteľa vystihuje hravý štýl (aj keď grafik ho tak asi nepomenoval, taktiež sme ich neoboznámili s našou typológiou). Následne zostavil **os objektu** – čo sa bude nachádzať v úvode, čo tvorí jadro cvičenia či prezentácie a ako bude koncipovaný záver. Určil tiež interakcie medzi týmito časťami, keďže mnoho DVO bolo riešených nelineárne a žiak po osi postupoval na základe svojho úspechu či neúspechu pri riešení úloh alebo opierajúc sa o reakcie na podnety objektu. Túto os následne grafik vyplnil najprv obsahom, ktorý tvoril gro storyboardu (scenár, návrh objektu od učiteľa a metodika) a ten v súčinnosti s požiadavkami zvyšných členov tímu graficky upravil. V tejto časti výroby sa budúci digitálny objekt podobá viac-menej na sériu statických obrazoviek. Preto v závere tvorby **prototypu** grafik doplní ovládacie prvky, odkazy, na ktoré je možné kliknúť, drobné objekty, ktoré sa budú pohybovať samočinne alebo po vstupe užívateľa a podobne. Čas na výrobu jedného DVO bol pomerne limitovaný (približne hodina), prácu grafika bolo tak potrebné zjednodušiť a čo najviac automatizovať. Programátori vytvorili prostredie podobné programu MS PowerPoint, v ktorom grafik z množstva dopredu pripravených elementov a šablón vyskladal hotový objekt. Beta verziu budúceho softvérového produktu grafik uložil do systému, v ktorom všetci členovia tímu zdieľali dáta a mohli vzájomne komunikovať. V systéme si objekt prevezme odborný garant, ktorý skontroluje dodržanie všetkých štandardov, súlad s návrhom učiteľa a tiež, či sa prácou s týmto DVO budú môcť dosiahnuť stanovené vzdelávacie ciele. Zistené nedostatky boli spolu s objektom vrátené grafikovi na dopracovanie, v prípade veľkých nedostatkov (na ktoré grafik zo svojej pozície i odbornosti zväčša nemal dosah) bol objekt vrátený priamo učiteľovi. Uvedený proces sa opakoval do momentu, kedy odborný garant uznal objekt ako výtvor vysokej kvality, odbornej, formálnej i didaktickej. Počas tejto cesty sa vo vybraných prípadoch zapojil do práce aj jazykový korektor, zo skúseností nám však vyplýva, že jeho pozícia bola takpovediac symbolická – väčšinu jazykových prehreškov odstránil samotný grafik, zvyšné boli opravené garantom či metodikom. Asi najväčší problém, prevažne pri tvorbe DVO z matematiky a fyziky predstavovala **typografia**. Grafik mal zvyčajne iba základné poznatky o odbore, preto pre neho všetky veličiny, vzťahy a vzorce predstavovali len text. Ak učiteľ pripravil návrh povrchno a nezaoberal sa jeho grafickou podobou, nebolo ničím nezvyčajným, ak sme sa vo fáze prototypu stretli s niečím ako napríklad  $F = m \cdot a$ , v prípade učiteľa–autora so zázemím v matematickom modelovaní fyzikálnych javov pre grafika nepredstavoval problém výskyt „zápisu“ ako  $p = m \cdot v$ . Považujeme preto za nevyhnutné, aby v ďalších projektoch tohto formátu bola hneď na začiatku vykonaná typografická inštrukcia všetkých zúčastnených osôb. Relatívne dobrým nápadom by bolo obsadiť pozície niektorých grafikov učiteľmi daného predmetu v kombinácii s informatikou alebo učiteľmi s vysokou úrovňou digitálnych kompetencií.

## 6 Miesto výskumníka a odborného pracovníka na ceste za DVO

Pozorný čitateľ si určite všimol, že túto pozíciu v projekte zastávali za predmet fyzika práve autori článku (plus ešte jeden kolega a blízky spolupracovník). Väčšinu aspektov práce odborného garanta a výskumníka v jednej osobe sme preto opísali na vhodných miestach predchádzajúcich častí príspevku. To je aj podstatou práce takéhoto zamestnanca – aktívne pôsobí vo všetkých fázach procesu tvorby, od návrhu až po nasadenie do praxe. Vyžaduje to od neho aj vysoko rozvinuté komunikačné schopnosti, garant priamo interaguje s učiteľom–autorom, tímom grafikov a aj skupinou metodikov. V prvej oblasti sme v priebehu projektu dospeli k trom **základným princípom**, ktoré riadili našu prácu s autormi DVO:

- učiteľ je odborník na vzdelávaciu prax, pokiaľ vyslovene nejde proti myšlienke projektu, necháme ho realizovať jeho návrhy
- učebný štýl nie je možné nastaviť ani nanútiť, preto sme sa aj v súlade s typológiou prístupov snažili o zachovanie autorskej slobody v aspekte formálnej úpravy digitálneho objektu

- pokiaľ sa autor výrazne odchyľil od svojich vytýčených vzdelávacích cieľov, prevzali sme jeho rolu a DVO dovedli do záverečnej fázy bez akéhokoľvek ďalšieho zásahu zo strany autora – ako sme už uviedli, nie všetci zapojení učitelia vedeli vhodne využiť možnosti DT.

Spolupráca garanta a **grafika** bola v našom prípade bezproblémová, pokiaľ však odborný pracovník nemá aspoň minimálne skúsenosti s vlastnou tvorbou apletov či modelov, môže sa medzi ním a grafickým expertom vytvoriť bariéra. Vyvinúť a úspešne implementovať kvalitný aplet zaberie aj znalcovi odboru niekoľko hodín až dní času vyplneného tvorbou i testovaním. Preto sme v protiklade ku niektorým členom kolégia odborníkov nenútili grafika do spracovania návrhu takým spôsobom, ktorý by z extrémne limitovaného času stanoveného na výrobu DVO ukrojil značnú časť, prípadne ho prekročil. Dbali sme však na to, aby každý objekt rovnomerne rozvíjal nielen počítačovú, ale aj **prírodovednú gramotnosť** (Koubek et al., 2011). Výrazným problémom tímovej práce, ktorý sa práve na tomto mieste najviac prejavil je prísne rozdelenie členov podľa odbornosti – grafik má na starosti grafiku, učiteľ pedagogiku, garant odborný dohľad. Dosť často sme tak zaoberali dilemou – môže alebo má odborný garant právo zasahovať priamo do práce grafika? Tým narážame na problematiku typografie...

V neposlednom rade je úlohou garanta aj komunikácia a úzka spolupráca s úvodným elementom výrobného procesu – metodikom. **Metodik** by sa mal dokonale orientovať vo sfére pedagogicko-didaktického spracovania DVO, už v začiatku tvorby konceptu a spracovania návrhu by mal zabezpečiť, aby bol výsledok digitalizácie použiteľný v rôznych formách aj metódach vyučovania. Mal by mať na zreteli, že aj ten najjednoduchší digitálny objekt musí rozvíjať aspoň niekoľko z kľúčových kompetencií žiaka. Nevieme, podľa akých prísnych kritérií boli obsadzované pozície metodikov, dovoľme si však poznamenať, že z hľadiska teórie vyučovania fyziky im bolo neustále potrebné zdôrazňovať, že tento predmet má voči všeobecným pedagogickým zásadám svoje špecifiká. Modelová situácia – učiteľ–autor a metodik mali obojstranný záujem o spracovanie DVO v koncepte transmisívneho vyučovania a pohybovali sa prevažne na kognitívnej úrovni zapamätanie a porozumenie. Avšak školská fyzika s využitím DT je priam predurčená na rozvoj vyšších úrovní. Napríklad na rozvoj kritického myslenia, kedy cez vhodné otázky podporíme žiakovo zapojenie sa do riešenia problému, podnietime jeho prirodzenú zvedavosť a povzbudíme v ňom myšlienky, ktoré sú užitočné, odôvodnené a zamerané na cieľ (Velmovská, 2015).

## Záver

V článku sme sa z rôznych uhlov pohľadu zaoberali digitálnymi vzdelávacími objektmi s fyzikálnou tematikou a ich autormi, učiteľmi z praxe, ktorí sa zapojili do tvorivého procesu v rámci národného projektu s názvom „Moderné vzdelávanie – digitálne vzdelávanie pre všeobecno-vzdelávacie predmety“. Tento bol, ako aj logicky vyplynulo z našej analýzy, nastavený ako tímová práca, prevažne vzhľadom na špecifiká veľkého a komplexného národného projektu. Je síce možné, že nadšený a inovácií chtivý učiteľ navrhne, po grafickej či programátorskej stránke zrealizuje a následne úspešne do vyučovacej praxe uvedie inováciu v oblasti digitálnych technológií, takéto prípady sú však ojedinelé a z časového i organizačného hľadiska ťažko dlhodobejšie udržateľné. Na základe úspešného príkladu implementácie DT v zahraničí sme ukázali, že je vhodné takéto snahy poňať ako prácu tímu odborníkov. Učiteľ, odborník na praktickú stránku vzdelávania sa v procese digitalizácie vzdelávacieho obsahu uplatní ako expert na metodickú stránku vecí a hlavne ako tvorca návrhov digitálnych vzdelávacích objektov. V jeho úsilí ho podporí odborník v oblasti informatiky a softvérových riešení, to jest grafik alebo programátor, ktorí sa postarajú o transformáciu návrhu do digitálnej podoby. Výsledný produkt tvorivej činnosti má takto vysokú pedagogickú i vizuálno-technickú hodnotu. Všetko zastreší a odborne podchytí kolektív odborníkov a výskumníkov z oblasti vedného odboru i teórie vyučovania predmetu, súčasne sa títo členovia tímu snažia zabezpečiť súhrn jednotlivých elementov projektu a tiež dbajú na čo najviac jednotný dojem z celého diela. Domnievame sa, že takýto postup je pre národné projekty digitalizácie vzdelávania prospešný, prínos pre samotné vyučovanie však ukáže až praktické nasadenie vo vyučovacom procese...

## PodĎakovanie

Príspevok vznikol s podporou projektu **KEGA 077UK-4/2015** „Riadené žiacke skúmanie na vyučovaní fyziky podporované scaffoldingom“. Autori tiež ďakujú **Centru vedecko-technických informácií SR** za umožnenie výskumu v rámci realizácie národného projektu „Moderné vzdelávanie – digitálne vzdelávanie pre všeobecno-vzdelávacie predmety“.

## Literatúra

- ADAMS, W. K. et al. 2008a. A Study of Educational Simulations Part I – Engagement and Learning. In: *Journal of Interactive Learning Research*, Vol. XIX, 2008, No. 3, p. 397-411. ISSN 1093-023X
- ADAMS, W. K. et al. 2008b. A Study of Educational Simulations Part II – Interface Design. In: *Journal of Interactive Learning Research*, Vol. XIX, 2008, No. 3, p. 397-411. ISSN 1093-023X
- BARTOŠOVIČ, L. 2013. Tvorba interaktívnej animácie voľného pádu (takmer) bez znalosti programovania. In: *Tvorivý učiteľ fyziky VI*. Bratislava: SFS, 2013. s. 27-36. ISBN 978-80-971450-0-2
- BARTOŠOVIČ, L. – DEMKANIN, P. 2012. Interaktívne animácie v prostredí COACH – šikmý vrh. In: *Tvorivý učiteľ fyziky V*. Bratislava: SFS, 2012. s. 20-27. ISBN 978-80-970625-7-6
- DEMKANIN, P. 2011. *Vybrané úlohy v príprave učiteľov fyziky na Slovensku*. Bratislava: KEC FMFI UK, 2011. 103 s. ISBN 978-80-89186-89-1
- DEMKANIN, P. 2013. Preparation of new physics teachers from various perspectives. In: *Journal of Baltic Science Education*, Vol. XII, 2013, No. 1, p. 4-5. ISSN 1648-3898
- DEMKANIN, P. et al. 2008. *Effective use of ICT in Science Education*. Edinburgh: University of Edinburgh, 2008. 141 s. ISBN 978-0-9559665-0-7
- DEMKANIN, P. – BARTOŠOVIČ, L. – VELANOVÁ, M. 2012. Simple multiplication as a form of presenting experience with introducing data loggers to physics teachers who do not have any experience with usage of such tools in education. In: *EDULEARN12 Proceedings [CD ROM]*. Valencia: IATED, 2012. s. 2993-3002. ISBN 978-84-695-3491-5
- DEMKANIN, P. – PIŠÚT, J. – VELMOVSKÁ, K. 2011. *Vybrané faktory prispievajúce k rozvoju kompetencií žiakov pri vyučovaní fyziky*. Bratislava: KEC FMFI UK, 2011. 111 s. ISBN 978-80-89186-92-1
- GERGELOVÁ, B. 2013. Vedenie žiakov gymnázia ku skupinovej práci prostredníctvom metodických materiálov. In: *Študentská vedecká konferencia FMFI UK, Bratislava 2013 : Zborník príspevkov*. Bratislava: FMFI UK, 2013. s. 364-375. ISBN 978-80-8147-009-7
- CHARMAZ, K. 2006. *Constructing Grounded Theory – A Practical Guide Through Qualitative Analysis*. London: SAGE Publications, 2006. ISBN 978-0-7619-7352-2
- KALAŠ, I. et al. 2013. *Premeny školy v digitálnom veku*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo – Mladé letá, 2013. 256 s. ISBN 978-80-10-02409-4
- KOUBEK, V. et al. 2011. *Žiacke spôsobilosti vo vyučovaní fyziky na gymnáziu – hodnotenie a klasifikácia*. Prešov: Vydavateľstvo Michala Vaška, 2011. 138 s. ISBN 978-80-7165-861-0
- PASCH, M. et al. 1998. *Od vzdelávacieho programu k vyučovacím hodinám*. Praha: Portál, 1998. 416 s. ISBN 80-7367-054-2
- UCB (University of Colorado Boulder). 2011a. *PhET Simulation Design Process*. [online]. University of Colorado: 2011 [citované 30. apríl 2016]. Dostupné na: <<http://goo.gl/xzaqj>>
- UCB (University of Colorado Boulder). 2011b. *PhET Look and Feel*. [online]. University of Colorado: 2011 [citované 30. apríl 2016]. Dostupné na: <<http://goo.gl/UavWs>>
- VELMOVSKÁ, K. 2015. Rozvíjanie kritického myslenia žiakov pomocou stratégie EUR a jej aplikácia na vyučovanie fyziky. In: *Tvorivý učiteľ fyziky VII*. Bratislava: SFS, 2015. s. 253-262. ISBN 978-80-971450-3-3
- WIEMAN, C. E. – PERKINS, K. K. 2005. Transforming physics education. In: *Physics Today*, Vol. LVIII, 2005, No. 1, p. 36-41. ISSN 0031-9228
- WIEMAN, C. E. – PERKINS, K. K. 2006. A powerful tool for teaching science. In: *Nature Physics*, Vol. II, 2006, No. 5, p. 290-292. ISSN 1745-2481

## Adresy autorov

PaedDr. Lukáš Bartošovič, doc. RNDr. Peter Demkanin, PhD.  
Oddelenie didaktiky fyziky, Katedra teoretickej fyziky a didaktiky fyziky  
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského  
Mlynská dolina F1, 842 48 Bratislava  
E-mail: [lbartosovic@gmail.com](mailto:lbartosovic@gmail.com), [demkanin@fmph.uniba.sk](mailto:demkanin@fmph.uniba.sk)