

## MOŽNOSTI APLIKÁCIE INTERAKTÍVNYCH DEMONŠTRÁCIÍ VO VYUČOVANÍ FYZIKY

**Peter Horváth**

FMFI UK Bratislava

**Abstrakt:** *V príspevku nepredstavujeme dramaticky nový pohľad na problematiku vyučovania fyziky z hľadiska vyučovacích metód, využité metódy a postupy boli opísané v prácach našich kolegov. V príspevku opisujeme našu snahu poskytnúť učiteľom fyziky z praxe konkrétne námety na aktivizáciu žiakov v podmienkach vyučovania fyziky na Slovensku. Jeden z možných prístupov je aj využiť vo vyučovaní známu metódu interaktívnych demonštrácií.*

**Kľúčové slová:** interaktívne demonštrácie, vyučovacie metódy, podmienky pre vyučovanie, fyzika

### Úvod

Pre vyučovanie na základných a stredných školách je vypracovaných množstvo rôznych námetov a metodických materiálov na žiacke aktivity rozvíjajúce spôsobilosti vedeckej práce. Ich implementácia do školskej praxe však nie je na dostatočnej úrovni, čo je dôsledkom jednak pomerne veľkej zotrvačnosti učiteľov v ich prístupe, ale v súčasnosti aj podmienkami pre vyučovanie. Z našej skúsenosti z priameho kontaktu s učiteľmi z praxe vyplýva, že mnohí učelia si od nás vyžadujú a zrejme aj potrebujú naďalej podporu vo forme ich ďalšieho vzdelávania, poskytovania námetov a ukážok aplikácie interaktívnych postupov. Často sme ale, najmä v ostatných rokoch, počúvali výčitku, že sú im prezentované aktivity, kde predpokladáme delenie tried, slovenská realita však je žiaľ iná. Tu vidíme priestor pre ďalšiu pomoc učiteľom, treba ich viac oboznamovať aj s príkladmi aktivizácie žiakov v situácii, keď je v triede väčší počet žiakov.

### Podmienky pre vyučovanie fyziky na Slovensku

Inovovaný štátny vzdelávací program pre gymnáziá (platný od septembra 2015) v charakteristike oblasti Človek a príroda uvádza, že všetky vzdelávacie postupy v tejto oblasti budujú nové poznatky na predchádzajúcich skúsenostiach žiaka a žiacka aktívna činnosť sa stáva hlavnou formou vzdelávania. Vo vzdelávacom štandarde pre fyziku sa tieto charakteristiky a požiadavky na prácu žiakov ďalej rozvíjajú. V úvode vzdelávacieho štandardu je zdôraznené, že vzdelávací štandard je koncipovaný tak, aby učiteľ nepredkladal žiakom len hotové poznatky, ale vytváral im primerané podmienky na aktívne osvojovanie vedomostí. Obsah výučby fyziky je podľa tohto dokumentu postavený na overenej konštruktivistickú pedagogickej teórii, ktorá kladie pri budovaní fyzikálnych poznatkov dôraz na vlastnú žiacku skúsenosť s fyzikálnymi javmi a objektmi. Proces fyzikálneho vzdelávania uprednostňuje metódy a formy, ktoré sa podobajú prirodzenému postupu vedeckého poznávania. Uvádza sa, že je vytvorený priestor, ktorý umožňuje žiakom manipulovať s konkrétnymi predmetmi, pozorovať javy, merať, vykonávať experimenty. Žiacke objavovanie, bádanie, skúmanie majú byť základnými postupmi, ktoré umožnia nielen osvojiť si nové poznatky, ale aj základy spôsobilostí vedeckej práce. V totožnom duchu sú formulované dokumenty týkajúce sa aj vyučovania na základnej škole.

Čo sa týka počtu hodín povinne vyčlenených pre vyučovanie fyziky, na základnej škole je spolu na vyučovanie fyziky vyčlenených 6 hodín a na gymnáziu 5, čo na gymnáziu predstavuje polovičný počet oproti stavu pred reformou. Školy majú ale možnosť pridať predmetom z disponibilných hodín. Tu je nutné upozorniť na to, že v niektorých ročníkoch sa povinne počíta s jednou hodinou týždenne, čo je z didaktického a psychologického hľadiska nezmyselné.

V ŠVP pre gymnáziá aj v ŠVP pre základné školy v časti Povinné materiálno-technické a priestorové zabezpečenie absentuje ako povinnosť mať na škole laboratórium pre vyučovanie fyziky alebo prírodných vied. Odborná učebňa fyziky, aj s vymedzením odporúčaných pomôcok a zariadení, sa nachádza iba v prílohe Odporúčané učebné priestory a ich vybavenie pre základné školy, pre gymnáziá ani takéto odporúčanie nejestvuje.

Podmienky pre vyučovanie ďalej vymedzuje Rámcový učebný plán (RUP). RUP pre základnú školu v časti Poznámky uvádza, že vo vyučovacích predmetoch vzdelávacej oblasti Človek a príroda sa rozdelenie žiakov odporúča pri tých témach, kde sa vyžaduje nadobúdanie a overovanie praktických zručností žiakov. To ale znamená, že delenie týchto hodín povinné nie je. V RUP pre gymnáziá je delenie tried vymedzené nasledovne:

„Trieda sa na jednej hodine v týždni v jednom ročníku za celé štúdium delí na skupiny v predmetoch fyzika, chémia, biológia, matematika. Delenie na skupiny je pri minimálnom počte 24 žiakov v triede.“ Pritom od reformy z roku 2009 dochádza vo vymedzení týchto podmienok pre vyučovanie k neustálym zmenám. V pôvodných ŠVP pre fyziku na základnej aj na strednej škole bolo uvedené, že triedy sa majú na každej z hodín deliť tak, aby žiaci mali možnosť pracovať samostatne alebo v menších skupinách. Tieto podmienky boli aj predpokladom pre stanovenie zámerov, cieľov a obsahu, ako aj metód práce so žiakmi opísanými v ŠVP, pričom nosné myšlienky a charakteristika predmetu sa odvtedy nezmenili. Avšak dramaticky sa zmenili podmienky.

Takto definované podmienky pre vyučovanie sa v praxi premietajú do veľmi rôznorodých konkretizácií. V roku 2013 sme mali možnosť spolupodieľať sa na výskume zameranom na zistenie podmienok pre vyučovanie fyziky na základných a stredných školách, ktorý bol realizovaný pod vedením prof. J. Slabeyciusa v rámci projektu KEGA (Slabeycius a i. 2016). Prostredníctvom časopisu Fyzikálne listy, a zároveň aj priamym oslovením elektronickou poštou, sme vyzvali učiteľov, aby nám vyplnili on-line dotazník, ktorého súčasťou bolo aj zisťovanie počtu hodín fyziky na školách a umožnenia delenia tried s väčším počtom žiakov na menšie skupiny. Prišlo nám 120 odpovedí za gymnáziá, pričom v tom čase podľa ÚIPŠ bolo na Slovensku 249 gymnázií. Z odpovedí bolo možné vyhodnotiť 117, ktoré sa týkali počtu vyučovacích hodín, niektoré dotazníky ostali v tejto časti nevyplnené, niektoré školy fungujú ako gymnáziá a odborné školy zároveň. Zistili sme, že na väčšine gymnázií (78) mali žiaci v prvom a druhom ročníku po dve hodiny fyziky a na 33 gymnáziách mali dokonca viac ako po dve hodiny fyziky týždenne. V treťom ročníku bola situácia v roku 2013 rôznorodá, na 6 gymnáziách žiaci fyziku nemali vôbec, jednohodinovku mali na 33 gymnáziách, a na 78 gymnáziách mali po dve alebo aj viac hodín fyziky. Z výsledkov vidno, že mnohé gymnáziá, z ktorých učители vyplnili dotazník, majú vyučovanie fyziky aspoň trochu posilnené, čo považujeme za potešujúce zistenie.

Zvláštnou problematikou je delenie hodín. Na 14 školách (12 %) v roku 2013 delili všetky hodiny fyziky, na 52 školách (43 %) je delená približne polovica hodín, 10 škôl (8 %) má v triede do 18 žiakov a preto nie je nutné hodiny fyziky deliť a na 44 školách (37 %) nedelili hodiny fyziky vôbec napriek tomu, že mali viac ako 18 žiakov v triedach. K vyučovaniu fyziky vo štvrtom ročníku nám viacerí učители napísali, že semináre sa otvoria, iba ak bude mať o ne záujem aspoň 12 žiakov (Horváth, 2013). Od učiteľov fyziky z praxe máme indície, že od roku 2013 sa situácia ešte zmenila, na príkaz niektorých zriaďovateľov bolo z finančných dôvodov znemožnené delenie tried vo viacerých gymnáziách, čo negatívne zasiahlo najmä veľké gymnáziá. Následne od septembra roku 2015 bola zavedená povinnosť deliť na gymnázium aspoň jednu hodinu týždenne v jednom z ročníkov. Ako vidíme z predošlej analýzy stavu, podmienky pre vyučovanie fyziky na školách sú veľmi rôznorodé. Pred mnohými učiteľmi stojí preto neľahká úloha splniť požiadavky zadané v ŠVP. Jedna delená vyučovacia hodina na gymnáziách poskytuje veľmi vzácny priestor na realizovanie žiackych aktivít. Učiteľ si však musí dobre rozvrhnúť a presne naplánovať konkrétne aktivity pre tieto vzácne delené hodiny. Zároveň by ale mal vedieť aplikovať interaktívne prvky vyučovania, ktoré rozvíjajú žiacke spôsobilosti vedeckej práce na hodinách, na ktorých triedy delené nie sú.

### **Moderné vyučovacie metódy a snaha o ich implementáciu do praxe**

Problematike využívania interaktívnych metód, alebo širšie rozvíjaniu žiackych spôsobilostí vedeckej práce, alebo inak bádateľsky orientovaným aktivitám, alebo ešte inak v zúženom zmysle žiackym plánovacím experimentom, sa na aj konferenciách Tvorivý učiteľ fyziky venovalo viacero autorov. Pod termínom bádateľské aktivity sa žiackym aktivitám dlhodobo venujú kolegovia didaktici fyziky na UPJŠ Košice, účastníkom konferencie Tvorivý učiteľ fyziky sú iste známe aj bohato prezentované aktivity z projektu Establish (Kíreš, a i. 2016) (Kíreš, Ješková 2016). Viaceré námety žiackych aktivít, zameraných na rozvoj spôsobilostí vedeckej práce, boli navrhnuté aj na ODF FMFI UK (Lapitková a i. 2015; Velmovská a i. 2015; Velmovská, Horváth 2013; Horváth, Horváthová 2014; Velanová, Demkanin 2013). V tejto súvislosti si dovoľujeme upozorniť na naše dávnejšie publikované články, v ktorých sme sa venovali žiackemu objavovaniu experimentovaním s kyvadlom, prostredníctvom ktorého sa žiaci priamo vlastnou činnosťou a jej následnou analýzou oboznamujú s empirickým spôsobom získavania poznatkov. Opísané sú naše vlastné skúsenosti s opakovanou realizáciou uvedenej aktivity so žiakmi na gymnázium (Horváth 2004, Horváth 2006). Našou doterajšou snahou bolo pripravené námety na aktivity pretaviť do konkrétneho využívania na školách prostredníctvom vzdelávania učiteľov v rámci rôznych projektov a našich iniciatív. Školenia učiteľov realizujeme formou interaktívnych dielní, kde modelujeme prácu v triede pravidelne od roku 2006 (Horváth

2006a). Máme bohaté skúsenosti s prípravou a realizáciou školení, vzdelávacích programov a konferencií pre učiteľov, napríklad tradičné konferencie Šoltésove dni, Vanovičove dni, Murgašove dni, spolupracovali sme pri tvorbe obsahu a následnom vzdelávaní učiteľov v národných projektoch Modernizácia vzdelávacieho procesu, projekt ŠIOV. Taktiež vidíme inšpiráciu v podobných vzdelávacích aktivitách, ktorých sa máme možnosť zúčastňovať a do nich prispievať v Českej republike, najmä v rámci projektu Heuréka. Osvedčila sa najmä forma práce s frekventantmi, pri ktorej modelujeme prácu žiakov v triedach s finančne nenáročnými ľahko dostupnými pomôckami. Prevažná časť z týchto najprogressívnejších postupov však vyžaduje prácu so žiakmi v menších skupinách. Stojíme teda pred výzvou a úlohou hľadať možnosti aktivizácie žiakov v našich reálnych podmienkach, keď sa učiteľ má venovať celej nedelenej triede s väčším počtom žiakov.

### **Interaktívne prednáškové demonštrácie**

Jednou z možností, ako riešiť problematiku aktivizácie žiakov na hodinách s nedelenými triedami, je aplikovať metódu interaktívnych prednáškových demonštrácií (ILD), prípadne jej niektoré prvky. Autormi metódy interaktívnych prednáškových demonštrácií sú David Sokoloff z University of Oregon a Ronald Thornton z Tufts University (Sokoloff, Thornton, 2004). Autori metódy niekoľkoročným výskumom preukázali úžasnú efektívnosť tejto metódy. V našich podmienkach sa metódou zaoberali kolegovia z UPJŠ Košice, v ich publikáciách a na ich stránkach môžete nájsť podrobnejšie informácie (Hanč, Dutko 2008; Hanč, Ješková 2008). Metóda bola na konferencii Tvorivý učiteľ fyziky predstavená v roku 2011 (Nováková, Kireš 2011). Metódu autori opisujú v týchto bodoch:

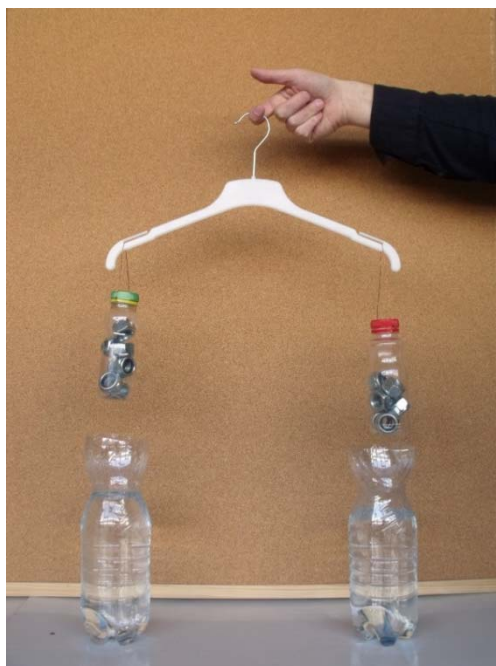
1. Opíšte priebeh demonštrácie, prípadne ju uskutočnite bez toho, aby ste prezradzovali výsledky.
2. Žiaci majú za úlohu individuálne napísať svoje predpovede výsledku do Predpovedového hárku.
3. Nechajte žiakov diskutovať o svojich predpovediach v malých skupinách.
4. Zistite, aké sú žiacke predpovede (spýtajte sa zástupcov skupín).
5. Žiaci teraz individuálne napíšu svoje finálne predpovede do Predpovedových hárkov (nakoniec ich vyzbierate).
6. Uskutočnite demonštráciu, experiment, ukážte výsledky.
7. Nechajte niekoľkých žiakov slovné opísať výsledky, diskutujte o nich v súvislosti s demonštráciou (je možné diskutovať aj o prípadných nesprávnych predpovediach – pozn. PH). Žiaci si výsledok zapíšu do Výsledkového hárku, ten im ostáva.
8. Ak je to vhodné, diskutujte so žiakmi o analogických fyzikálnych situáciách pri mierne odlišných podmienkach. (To znamená rôzne fyzikálne situácie založené na tých istých konceptoch). (Ide o utvrdenie vedomostí – pozn. PH.)

Tento postup sa opakuje pri každej krátkej interaktívnej demonštrácii, demonštrácie nadväzujú na seba.

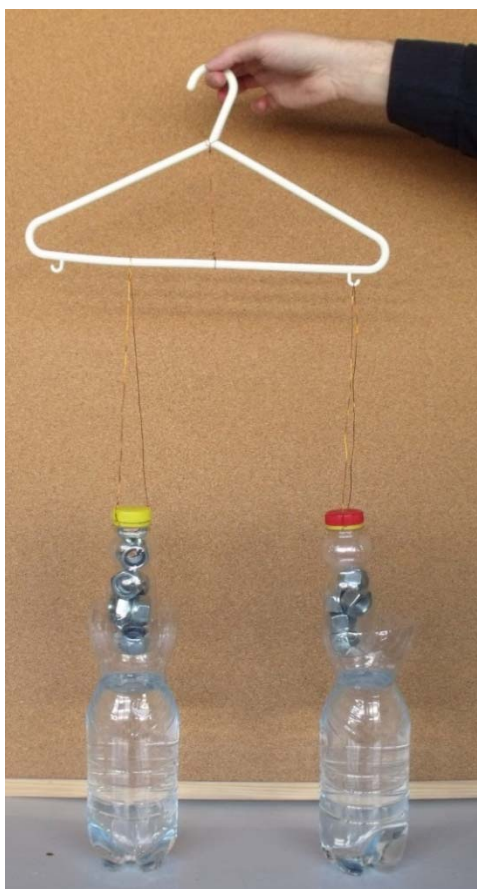
### **Konkrétne navrhnuté demonštrácie**

Prvé séria demonštrácií je inšpirovaná (zrejme viacerým čitateľom známymi) úlohami zameranými na Archimedov zákon. Využívame ľahko dostupné finančne naozaj nenáročné pomôcky.

Úloha 1: Dve rovnako ťažké telesá s rôznym objemom zavesíme na rovnoramenné váhy. Žiaci by mali za samozrejmosť považovať fakt, že váhy sú za týchto podmienok vyvážené. Otázka: Ako sa vychýlia ramená, ak obe telesá ponoríme do vody? Úlohou žiakov je načrtnúť obrázok. Našimi váhami s telesami je vešiak so zavesenými PET fľašami rôzneho objemu, vnútri naplnenými rovnakým množstvom kovových matíc (obr. 1).



Obr. 1: Na obrázku sú menšie PET fľaše naplnené rovnakým množstvom maticiek, majú teda rovnakú hmotnosť. Fľaša vľavo má väčší objem ako fľaša vpravo. Pod týmito menšími PET fľašami s matickami sú väčšie PET fľaše s odrezanou hornou časťou, slúžiace ako nádoby na vodu. Ako sa vychýli vešiak, ak obe menšie PET fľaše ponoríme do vody?



Obr. 2: Na obrázku sú dve rovnako veľké PET fľaše naplnené rôznym počtom maticiek. Fľaše sú zavesené na vešiaku na rôzne dlhých ramenách tak, aby boli v rovnováhe. Pod nimi sú väčšie PET fľaše slúžiace ako nádoby na vodu. Ako sa vychýli vešiak, ak obe PET fľaše s matickami ponoríme do vody?

Úloha 2: Dve telesá s rovnakým objemom ale nerovnakej hmotnosti zavesíme na nerovnoramenné váhy. Pre žiakov by malo byť samozrejmé, že ťažšie teleso je bližšie k osi otáčania. Otázka je totožná s predošlou: Ako sa vychýlia ramená, ak obe telesá (v našom prípade obe PET fľaše) ponoríme do vody? Úlohou žiakov je načrtnúť obrázok. Našimi váhami s telesami je opäť vešiak so zavesenými PET fľašami, ktoré majú rovnaký objem, fľaše sú naplnené nerovnakým počtom matíc. Fľaše sú zavesené k vešiaku pomocou drôtu, je vhodné na mieste uchytenia drôtu na vešiaku bližšie pri osi urobiť zárez na zachytenie drôtu, aby sa po vychýlení nešmýkal (obr.2).



Obr. 3: Na obrázku je fľaša umiestnená v strede otáčavého podnosu, v nej sú rovnomerne vyvŕtané štyri dierky, z ktorých strieka voda smerom na obvod. Ako bude vyzeráť prúd vody, keď sústavu roztočíme?



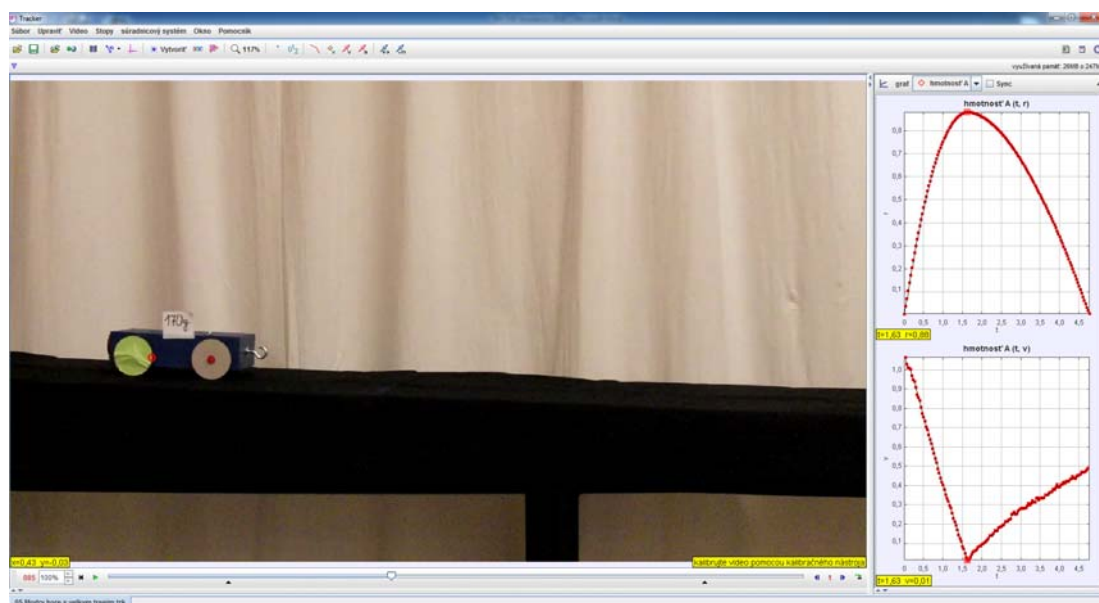
Obr. 4: Na obrázku sú dve PET fľaše umiestnené na otáčavý podnos. Voda z nich strieka malou dierkou smerom do stredu podnosu. Ako bude vyzeráť prúd vody, keď podnos s fľašami roztočíme?

Druhá séria experimentov vznikla z požiadavky kolegyně z gymnázia vyučujúcej geografiu. Každoročne sme riešili, ako žiakom sprístupniť príčiny otáčania sa veterných prúdov na Zemi. Jav vysvetľujeme z hľadiska inerciálnej vzťažnej sústavy, pohľadom zhora na rotujúcu Zem. Pripravili sme dve pomôcky, každú z podnosu prilepenom na ďalšom otáčavom podnose, na ktorý umiestňujeme PET fľaše naplnené vodou. Tieto fľaše majú na stenách malé dierky. Na prvej pomôcke je fľaša umiestnená v strede podnosu, má štyri malé dierky v rovnakej výške umiestnené tak, aby striekajúca voda nepretekala mimo podnos (obr. 3). Druhá pomôcka je

tvorená z dvoch fľašiac umiestnených obvode podnosu. Na každej fľaši je jedna dierka, voda z nej strieka smerom do stredu podnosu (obr. 4). Všetky fľaše s vodou sú istené ďalšími odrezanými PET fľašami, ktoré majú o trochu väčší priemer ako fľaše s vodou. Tieto istiace fľaše sú nalepené na podnosy. Pomôcku môžeme využiť aj pre interaktívne demonštrácie, keď otázkou je: Ako budú vyzeráť prúdy striekajúcej vody, keď sústavu roztočíme?

Široké možnosti poskytuje spojenie metódy ILD s videomeraním. Videomeraniami v praxi na gymnáziu a propagácii videomeraní u učiteľov sa pravidelne venujeme od roku 2006 (Horváth, Šedivý 2006). V súčasnosti najčastejšie využívame program Tracker, najmä kvôli jeho voľnej dostupnosti. O tomto programe na konferencii Tvorivý učiteľ fyziky referoval J. Hanč (Hanč 2008).

V rámci konferencie pre učiteľov Šoltésove dni 2015, sme pripravili sériu úloh zadaných prostredníctvom videa. Cieľom tentoraz nebolo naučiť učiteľov ovládať program Tracker, ale poskytnúť im už hotové výukové materiály, spracované konkrétne videá aj s výsledkami, grafmi, na priame využitie v triede. Pripravené úlohy sme riešili v rámci dielne. Na začiatku bol predvedený experiment bez ukázania výsledkov a následne sme postupovali v súlade s metódou ILD. Konkrétne sme využili nami pripravené videá na zvislý vrh petangovou guľou, šikmý vrh petangovou guľou a penovou loptičkou, pohyb vozíka nahor a následne nadol po vzduchovej dráhe a pohyb vozíka s výrazným trením nahor a následne nadol (obr. 5). Autor tohto textu prvýkrát videl realizovať námet s vozíkom s trením v rámci dielne vedenej D. Sokoloffom v Prahe na konferencii ICPE-EPEC 2013. Aj keď námety zrejme nie sú nové a podobné alebo totožné úlohy možno nájsť u viacerých autorov, aj hore spomínaných, bolo užitočné s nimi oboznámiť kolegov učiteľov z praxe.



Obr. 5: Videomeranie v programe Tracker, pohyb vozíka s veľkým trením nahor a následne nadol.

Naša skúsenosť je, že pri podobných aktivitách s učiteľmi, kde modelujeme prácu v triede, je tempo podobné ako na hodinách so študentmi VŠ a porovnateľné s prácou so stredoškólakmi. Diskusia počas vedenia dielne s učiteľmi vznikla napríklad aj v súvislosti s vektorovým náhľadom na rýchlosť, polohu, a zrýchlenie, uvedomíť si treba rozdiel medzi veľkosťami veličín a vektormi. Diskusia a samotný priebeh realizácie opätovne potvrdil vhodnosť spôsobu vzdelávania učiteľov formou modelovania práce v triede.

## Záver

V súčasnosti sú dobre rozpracované metódy a postupy, ktoré evidentne požadujú samostatnejšiu žiacku prácu, ako metóda ILD. V našich reálnych podmienkach však aj táto metóda môže nájsť svoje uplatnenie aj na základných a stredných školách. Nie je totiž náročná na štátne financie z hľadiska delenia tried, ani na množstvo pomôcok pre žiakov. Aj keď isté rozdiely v možnom uplatnení na rôznych typoch škôl sa objavujú. Na rozdiel od vysokých škôl, kde predpokladáme, že na prednáškach z fyziky sedia študenti, ktorí si tento odbor vybrali, nemôžeme napríklad na gymnáziu počítať s tým, že máme iba samých zaniatých žiakov.



Taktiež vedomosti žiakov základných a stredných škôl získané formálnym vzdelávaním objektívne nedosahujú, ak sme v zdravom prostredí, úroveň vysokoškolákov. Máme skúsenosti, že si treba úlohy pre ILD dobre premyslieť a zadať vo vhodnom čase, najlepšie tak, aby naši žiaci, základnoškoláci a stredoškoláci, boli už na zadané úlohy vedomostne pripravení. Mali by mať vybudované predstavy a vedomosti aj z formálneho vzdelávania. Ďalšou našou skúsenosťou z priameho kontaktu so žiakmi je, že je nutné, aby žiaci svoje riešenia aj slovne písomne zdôvodňovali, čím sa snažíme zabrániť rýchlemu tipovaniu výsledkov. ILD zrejme nebude jediná a ani nosná vyučovacia metóda na základných a stredných školách. Nevidíme ale perspektívu v tom, že by sa v dohľadnej dobe mohla situácia s delením tried pre fyziku na Slovensku zmeniť. Snažme sa aj napriek tomu nerezignovať na kvalitné vzdelávanie fyziky na našich základných a stredných školách a hľadajme možnosti, ako našim učiteľom pomôcť. Určite bude vhodné aj ďalšie rozpracovanie metód do konkrétnych aktivít a postupov pre konkrétne témy ŠVP, až na úroveň vyučovacích hodín a ich častí. Môžeme pri tom využiť ILD ale aj iné metódy. Za najdôležitejšie považujeme, aby sme hľadali a nachádzali čo najviac možností, ako kolegom učiteľov navrhnuté postupy v rámci konferencií, seminárov, školení, sprostredkovať.

### PodĎakovanie

Príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektu KEGA 077UK-4/2015 Riadené žiacke skúmanie na vyučovaní fyziky podporované scaffoldingom, z ktorého boli autorovi hradené aj náklady spojené s konferenciou.

### Literatúra

- HANČ, J. 2008. Netradičné využitie videoanalýzy vo fyzike. In: *Tvorivý učiteľ fyziky, Národný festival fyziky 2008, zborník príspevkov*. Slovenská fyzikálna spoločnosť, s.154 – 160. ISBN 978-80-969124-6-9.
- HANČ, J., DUTKO, M. 2008. *Metóda interaktívnych prednáškových demonštrácií, Metodický materiál* [online]. [cit. 2016-04-28]. Dostupné na: [http://physedu.science.upjs.sk/metody/files/dutko\\_ild\\_2008.pdf](http://physedu.science.upjs.sk/metody/files/dutko_ild_2008.pdf).
- HANČ, J., JEŠKOVÁ, Z. 2008. *Interaktívne prednáškové demonštrácie, Aktivity a úlohy z kinematiky* [online]. [cit. 2016-04-28]. Dostupné na: [http://physedu.science.upjs.sk/metody/files/hanc\\_ild\\_2008.pdf](http://physedu.science.upjs.sk/metody/files/hanc_ild_2008.pdf).
- HORVÁTH, P. 2004. Aká je perióda kmitov 5 metrového kyvadla so závažím s hmotnosťou 1 kg? In: *Fyzikálne listy*, roč. 11, 2004, č. 2, s. 10 – 12. ISSN 1337-7795
- HORVÁTH, P. 2006. Samostatné poznávanie na príklade matematického kyvadla. In: *Obzory matematiky, fyziky a informatiky*, roč. 35, č. 3, s. 43-49. ISSN 1335-498
- HORVÁTH, P. 2006a. *Aktivity vo vyučovaní fyziky Zborník príspevkov, Smrekovica, 6. - 8.9.2006*. Bratislava : FMFI UK. ISBN 80-89186-11-4
- HORVÁTH, P. 2013. Vyhodnotenie dotazníka zameraného na podmienky vyučovania fyziky na stredných školách. In: *Fyzikálne listy*, roč. 18, 2013, 3, s. 11-12. ISSN 1337-7795. dostupné aj [online] [cit. 2016-04-28] Dostupné na: [https://fmph.uniba.sk/fileadmin/fmfi/sluzby/fyzikalne\\_listy/FL2013\\_3.pdf](https://fmph.uniba.sk/fileadmin/fmfi/sluzby/fyzikalne_listy/FL2013_3.pdf).
- HORVÁTH, P., Horváthová, M. 2014. Demonštrácie a žiacke aktivity z optiky. In: *Rozvoj profesných kompetencií učiteľů fyziky základních a středních škol v Olomouckém kraji II, Sborník seminárních materiálů IV*. Olomouc : Slovanské gymnázium, 2014. s. 108-127. ISBN 978-80-7329-402-1
- HORVÁTH, P., ŠEDIVÝ, M. 2006. Analýza mechanického pohybu videomeraním. In: *Aktivity vo vyučovaní fyziky Zborník príspevkov, Smrekovica, 6. - 8.9.2006*. Bratislava : FMFI UK, s. 69 – 77. ISBN 80-89186-11-4
- KIREŠ, M. a i. 2016. *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní*. Bratislava : ŠPU 2016, ISBN 978-80-8118-155-9
- KIREŠ, M., JEŠKOVÁ, Z. 2016. Pripravenosť učiteľa fyziky na bádateľsky orientovanú výučbu. In: *Tvorivý učiteľ fyziky, VIII, Národný festival fyziky 2015, zborník príspevkov*. Slovenská fyzikálna spoločnosť, s. 125 – 130. ISBN 978-80-971450-8-8
- LAPITKOVÁ, V. a i. 2015. *Spôsobilosti vedeckej práce v prírodovednom vzdelávaní*. Bratislava, FMFI UK. ISBN 978-80-8147-048-6
- NOVÁKOVÁ, M., KIREŠ, M. 2011. Interaktívna demonštrácia a meranie časového priebehu síl akcie a reakcie pomocou digitálnych váh. In: *Tvorivý učiteľ fyziky, IV, Národný festival fyziky 2011, zborník príspevkov*. Slovenská fyzikálna spoločnosť, s. 197 – 173. ISBN 978-80-970625-3-8

- SLABEYCIUS, J., HANISKO, P., POLČÍN, D. 2016. Príčiny neoblíbenosti fyziky na základných a stredných školách a návrhy na zlepšenie situácie. In: *Tvorivý učiteľ fyziky, VIII, Národný festival fyziky 2015, zborník príspevkov*. Slovenská fyzikálna spoločnosť, s. 189 – 202. ISBN 978-80-971450-8-8.
- SOKOLOFF, D., THORNTON, R. 2004. *Inteactive Lecture Demonstrations, Active Learning in Introductory Physics*. New York : John Wiley and Sons, 2004, 374 s. ISBN 978-0-471-48774-6
- VELANOVÁ, M., DEMKANIN, P. 2012. Zavádzanie fyzikálnych pojmov lom svetla a index lomu aktívnou poznávacou činnosťou žiakov. In: *Tvorivý učiteľ fyziky, V, Národný festival fyziky 2012, zborník príspevkov*. Slovenská fyzikálna spoločnosť. S. 252 – 257. ISBN 978-80-970625-7-6
- VELMOVSKÁ, K., HORVÁTH, P. 2013. *Šoltésove dni 2012 a 2013, zborník príspevkov z odbornej konferencie*. Bratislava : Knižničné a edičné centrum FMFI UK. ISBN 978-80-8147-015-8
- VELMOVSKÁ, K., VANYOVÁ, M., HODOSYOVÁ, M. 2015. *Fyzika pre 6. ročník základnej školy a 1. ročník gymnázia s osemročným štúdiom – Príručka pre učiteľa*. Bratislava : Knižničné a edičné centrum FMFI UK. ISBN 98-80-8147-034-9

**Adresa autora**

PaedDr. Peter Horváth, PhD.

Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Mlynská dolina F1, 842 48 Bratislava

horvath@fmph.uniba.sk