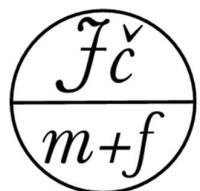


# Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8

## Jak ICT ovlivňuje fyziku a naopak

sborník z konference



---

Kašperské Hory 2017

Neoprávněné užití tohoto díla je porušením autorských práv a může zakládat občanskoprávní, správněprávní, popř. trestněprávní odpovědnost.

ISBN 978-80-261-0797-2

Vydala Západočeská univerzita v Plzni v roce 2018

### ÚVODNÍ SLOVA

Vážené kolegyně, vážení kolegové, vážení přátelé fyziky a informatiky,

právě jste otevřeli sborník příspěvků z tradiční konference „*Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky*“. Osmý ročník, který proběhl ve dnech 21. až 23. dubna 2017, se uskutečnil stejně jako dva ročníky předcházející v hotelu Šumava nacházející se v Amálině údolí nedaleko Kašperských Hor, tedy na místě, které účastníky nadchlo svou neuvěřitelnou pohodou pocíťovanou na každém kroku: opět nebylo nic pro pracovníky hotelu překážkou, naše přání nám byla plněna s radostí a s úsměvem. Poděkování proto patří všem pracovníkům hotelu, nejvíce paní ředitelce hotelu Ing. Evě Haselbergerové.

Jednání konference, které se zúčastnilo 76 účastníků z celé republiky i ze zahraničí, probíhalo tradičně zčásti v plénu a zčásti v sekcích. Hlavním tématem bylo „*Jak ICT ovlivňuje fyziku a naopak*“. Podrobněji jsme se zaměřili na témata:

- ICT ve výuce fyziky a fyzika ve výuce informatiky;
- didaktika fyziky a její postavení na vysokých školách připravujících učitele;
- uplatnění moderních učebních metod a pomůcek ve fyzice a informatice;
- výchova a vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami.

Stejně jako na minulé konferenci byl prostor pro symposia. Tentokrát se uskutečnila dvě. První se zabývalo přípravou učitelů fyziky jakožto základní podmínkou kvalitní výuky fyziky na základních, středních, ale i vysokých školách a druhé se věnovalo postavení didaktiky fyziky v ČR. Obě jednání symposií připravil doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc. Vystoupili zástupci naprosté většiny fakult připravujících učitele fyziky v České republice a vyměnili si zkušenosti z přípravy učitelů fyziky na jednotlivých pracovištích. Zazněla ovšem i kritická slova týkající se nedostatečného počtu studentů učitelství fyziky, která společně s nedostatkem aprobovaných učitelů fyziky na školách nastínila nebezpečí dalšího poklesu aprobované výuky fyziky v následujících letech. Opět se několikrát objevil požadavek, abychom se jako členové komunity didaktiků fyziky pokusili v rámci nejrůznějších grémií prosadit celostátní zjištění stavu aprobovaných učitelů fyziky na základních a středních školách.

Zajímavou novinkou na konferenci byla panelová diskuze o postavení didaktiky fyziky v ČR, která byla složena z moderované diskuze týmu zástupců jednotlivých pracovišť připravujících učitele fyziky a následně moderované diskuze účastníků konference. O moderování se postaral doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc. Shrnutí obou diskuzí provedl RNDr. Mgr. Vojtěch Žák, Ph.D. Při debatě zazněla řada zajímavých myšlenek. Didaktici fyzici vnímají následující slabé stránky: malé sebevědomí a nízká prestiž didaktiky fyziky; nevyjasněná definice didaktiky fyziky; obavy o udržení didaktiky fyziky na vysokých školách; pnutí mezi pedagogickými a přírodovědeckými fakultami; nedostatečný výzkum a publikování (v časopisech s impakt faktorem); odtržení školské fyziky od praxe; rezervy v metodické přípravě; akademická gradace (v současnou chvíli má habilitační řízení pouze MFF UK a PřF UHK); malá motivace studentů učitelství pro svůj obor, přičemž jako děti ještě motivováni jsou; uplatnění odborných asistentů s Ph.D.; více oborů na VŠ = méně uchazečů o studium didaktiky fyziky. Debatující se shodli na tom, že didaktik fyziky musí být nejdříve fyzikem, protože „didaktika fyziky je dobře udělaná fyzika“. Navázat by se měla spolupráce i s psychologíí, nejenom s pedagogikou. Důraz by měl být kladen i na další vzdělávání učitelů fyziky v praxi a větší zapojení

učitelů na středních školách při přípravě budoucích učitelů. Abychom nekončili tuto část příliš pesimisticky, zazněly naopak i kladné hlasy: didaktika fyziky je dobře koncipována v porovnání s dalšími didaktikami přírodovědných oborů a velmi se daří fyziku popularizovat.

Nedílnou součástí konference se stalo i závěrečné usnesení účastníků konference, které shrnulo v několika bodech hlavní body jednání a nastínilo další směřování těchto konferencí. Najdete ho jako součást tohoto sborníku.

Velkou pozornost vzbudily i dva zvané příspěvky slovenského hosta. Pozvání přijal doc. RNDr. František Kundracik, CSc. z Fakulty matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislavě, který pronesl dva velmi zajímavé a poutavé příspěvky s názvy: „*Lukostrel'ba a výučba mechaniky na gymnáziách*“ a „*Škodia nám mobilné telefóny?*“. Jen škoda deštivého počasí v sobotním odpoledni, pro účastníky konference totiž byla po skončení prvního odpoledního bloku plánována reálná ukázka lukostřelby s možností si vlastnoručně vyzkoušet. Bohužel počasí bylo proti a jiné vhodné bezpečné prostory se nepodařilo zajistit.

I ostatní příspěvky byly velmi zajímavé, a tak díky všem účastníkům konference splnila svůj cíl jak po stránce obsahové, tak i po stránce výměny zkušeností, navazování kontaktů a rozvíjení kontaktů již navázaných.

V současných podmínkách nelze konat tak velkou konferenci bez podpory významných institucí a partnerů. Naše poděkování patří Západočeské univerzitě v Plzni, jmenovitě panu rektorovi doc. Dr. Miroslavu Holečkovi, Ph.D. a panu děkanovi Fakulty pedagogické RNDr. Miroslavu Randovi, Ph.D. za záštitu nad konferencí. Ke zdatu jednání dále přispěly Pobočka Plzeň a Fyzikální pedagogická společnost Jednoty českých matematiků a fyziků, Nakladatelství Fraus, Nadace Depositum Bonum, Československý časopis pro fyziku, Plzeňský kraj a další.

Těšíme se na shledanou na konferenci „*Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 9*“ na konci dubna 2019 v hotelu Šumava v Amálině údolí nedaleko Kašperských Hor.

V Plzni dne 10. května 2018

PhDr. Ing. Ota Kéhar, Ph.D.  
za programový a organizační výbor konference

### OBSAH

<i>Úvodní slova</i> .....	3
<i>Obsah</i> .....	5
<i>Cíle a zaměření konference</i> .....	8
<i>Usnesení z celostátní konference</i> .....	9
<i>Měřicí systém Vernier a ICT</i> .....	10
Pavel BÖHM .....	10
<i>Klasické experimenty z mechaniky s neklasickým měřením</i> .....	14
Zdeněk BOCHNÍČEK.....	14
<i>Nechme se inspirovat</i> .....	19
Veronika BURDOVÁ, Jiří TESARŽ.....	19
<i>Dva roky snah o získání dat o učitelích fyziky v ČR</i> .....	24
Leoš DVOŘÁK .....	24
<i>Didaktika fyziky a její postavení na vysokých školách v ČR – úvod do diskuse</i> .....	29
Leoš DVOŘÁK .....	29
<i>Tandemy a co z nich vzešlo aneb šance a rizika párové výuky</i> .....	36
Irena DVOŘÁKOVÁ .....	36
<i>Výroba pomůcek pro geometrickou optiku 3D tiskem</i> .....	40
Karel HAVLÍČEK, Matěj RYSTON.....	40
<i>Vzdělávání učitelů fyziky na přírodovědecké fakultě v Olomouci</i> .....	43
Renata HOLUBOVÁ.....	43
<i>Úlohy AO ve školní výuce: fyzika v mezipředmětových vztazích</i> .....	51
Petra HYKLOVÁ, Radek KRÍČEK .....	51
<i>Přenášíme informace efektivně?</i> .....	58
Ota KÉHAR .....	58
<i>Inovativní přístupy v přípravě budoucích učitelů fyziky v duchu dialogického vyučování</i> .....	63
Martina KEKULE .....	63
<i>Hodnocení obtížnosti fyzikálních úloh učiteli a studenty</i> .....	68
Jiří KOHOUT, Veronika LAZNOVÁ .....	68
<i>Proměny fyzikálního kurikula – první postřehy z literatury</i> .....	74
Petr KOLÁŘ, Vojtěch ŽÁK .....	74
<i>Stručný vhled do úskalí a nesnází online (fyzikálních) soutěží na příkladu Fyziklání online</i> .....	79
Karel KOLÁŘ .....	79
<i>Modelování fyzikálních systémů v softwaru GeoGebra</i> .....	85
Petr KOLÁŘ.....	85

<i>Základy nanotechnologií pro studenty učitelství fyziky</i> .....	88
Lucie KOLÁŘOVÁ, Milan VŮJTEK .....	88
<i>Ukázka jednoduché fyziky a matematiky na záznamu EKG</i> .....	93
David KORDEK .....	93
<i>Elektrické pole aktivně</i> .....	101
Věra KOUDELKOVÁ .....	101
<i>ICT v astronomické olympiádě</i> .....	105
Jan KOŽUŠKO, Václav PAVLÍK .....	105
<i>Úlohy AO ve výuce fyziky</i> .....	108
Radek KŘÍČEK, Petra HYKLOVÁ .....	108
<i>Úlohy ze starých učebnic a počítač</i> .....	114
Bohumila KROUPOVÁ, Kamila VÁŇOVÁ, Jakub ŠTĚTINA .....	114
<i>Podpora kompetencí učitele fyziky v projektu příroda</i> .....	119
Erika MECHLOVÁ, Jana ŠKRABÁNKOVÁ .....	119
<i>Výukové modely a virtuální elektronická laboratoř</i> .....	124
Petr MICHALÍK .....	124
<i>Aprobovanost učitelů fyziky na základních školách v Plzeňském a Karlovarském kraji aneb kolik chybí v těchto krajích učitelů fyziky</i> .....	130
Marie MOLLEROVÁ .....	130
<i>Využití programu Tracker ve výuce mechaniky</i> .....	136
Václav PISKAČ .....	136
<i>Využití moderních měřících přístrojů ve fyzikálním praktiku</i> .....	141
Tomáš REMIŠ .....	141
<i>Jednoduché počítačové fyzikální simulace ve výuce fyziky</i> .....	145
Matěj RYSTON .....	145
<i>Jaké jsou možné příčiny výsledků šetření TIMSS, PISA a TALIS v ČR</i> .....	151
Petr SLÁDEK, Jan VÁLEK .....	151
<i>Novinky v online databázi otázek pro metodu Peer Instruction</i> .....	167
Jana ŠESTÁKOVÁ .....	167
<i>Zapojení studentů učitelství fyziky do aktuálního výzkumu palivových článků</i> .....	171
Martin TOMÁŠ .....	171
<i>Je RVP mrtvý dokument?</i> .....	175
Jan VÁLEK, Petr SLÁDEK .....	175
<i>Implementace badatelských úloh do výuky fyziky a použití lidského těla jako objektu měření fyzikálních veličin</i> .....	182
Iva VLKOVÁ .....	182
<i>Porovnání tepelné emise žárovky, zářivky a světlo emitující diody</i> .....	188
Vladimír VOCHOZKA, Jiří TESARŠ, Veronika BURDOVÁ, Vít BEDNÁŘ .....	188

<i>Didaktika fyziky, fyzika a pedagogika – setkávání nebo míjení? .....</i>	<i>194</i>
Vojtěch ŽÁK .....	194
<i>Abstrakty zbývajících příspěvků bez článku.....</i>	<i>199</i>
<i>Seznam účastníků konference.....</i>	<i>203</i>

### CÍLE A ZAMĚŘENÍ KONFERENCE

#### ICT ve výuce fyziky a fyzika ve výuce informatiky

- počítačem podporovaná výuka fyziky,
- využití mobilu, tabletu, počítače jako fyzikální pomůcky,
- fyzikální modely ve výuce informatiky,
- fyzikální principy počítačů a jejich komponent ve výuce informatiky,
- využití ICT při výzkumu v didaktice fyziky a informatiky,
- vliv ICT na zvýšení motivace ke studiu fyziky.

#### Didaktika fyziky a její postavení na vysokých školách připravujících učitele

- úskalí didaktiky fyziky na vysokých školách,
- spolupráce didaktiků na řešení konkrétních vědecko-výzkumných otázek.

#### Uplatnění moderních učebních metod a pomůcek ve fyzice a informatice

- školské měřicí systémy,
- interaktivní výuková prostředí,
- internetové výukové projekty,
- e-learning,
- vzdálené experimenty, výukový software (videoanalýza, applety, animace, ...).

#### Výchova a vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami

- práce s nadanými studenty,
- specifika výuky fyziky a informatiky pro žáky se speciálními vzdělávacími potřebami, soutěže ve fyzice, astronomii a informatice.

#### Programový výbor:

doc. RNDr. **Leoš DVOŘÁK**, CSc.  
doc. RNDr. **Štěpán HUBÁLOVSKÝ**, Ph.D.  
PhDr. **Tomáš JAKEŠ**, Ph.D.  
PhDr. Ing. **Ota KÉHAR**, Ph.D.  
Mgr. **Jiří KOHOUT**, Ph.D.  
doc. Ing. **Kateřina KOSTOLÁNYOVÁ**, Ph.D.  
doc. RNDr. **Jan KRÍŽ**, Ph.D.  
Mgr. **Radim KUSÁK**  
Ing. **Petr MICHALÍK**, Ph.D.  
Mgr. **Lukáš RICHTEREK**, Ph.D.  
doc. PaedDr. **Jiří TESAŘ**, Ph.D.

#### Organizační výbor:

PaedDr. **Josef KEPKA**, CSc.  
PhDr. **Pavel MASOPUST**, Ph.D.  
RNDr. **Jitka PROKŠOVÁ**, Ph.D.  
RNDr. **Miroslav RANDA**, Ph.D.  
PhDr. **Zuzana SUKOVÁ**



### USNESENÍ Z CELOSTÁTNÍ KONFERENCE

*V Kašperských Horách dne 23. dubna 2017*

Plénium celostátní konference Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8 věnované fyzikálnímu a inženýrskému vzdělávání ve všech typech škol konané ve dnech 21. až 23. dubna 2017 v hotelu Šumava nedaleko Kašperských Hor se dohodlo na následujících bodech:

1. Z dostupných údajů vyplývá, že počty aprobovaných učitelů fyziky, zejména na základních školách, jsou výrazně nedostatečné a s ohledem na věkovou strukturu učitelů fyziky budou nadále klesat.
2. Účastníci se proto shodli na nutnosti pokračovat v jednáních s MŠMT s cílem zmapovat celostátně počty, aprobovanost a věk učitelů fyziky. Jednáním účastníci pověřují Fyzikální pedagogickou společnost (FPS).
3. Účastníci se shodli na tom, že údaje o učitelích fyziky lze získat podobným způsobem (telefonováním ředitelům škol), jak bylo zjištěno v roce 2017 v Plzeňském a Karlovarském kraji v rámci projektu Didaktika A, považují však za nezbytné, aby takovou statistiku provedlo MŠMT.
4. Účastníci se zabývali konkrétními příklady dobré praxe výuky fyziky za podpory ICT.
5. Účastníci se shodli na potřebnosti vytvořit seznam doporučených časopisů vhodných k publikování v didaktice fyziky.
6. Účastníci se shodli, že je žádoucí přesněji vymezit pojem didaktika fyziky a její obsah jako vědecké disciplíny. Účastníci doporučují, aby tak bylo učiněno v gesci FPS.
7. Účastníci považují za nezbytné, aby se fakulty vzdělávající učitele fyziky a sdružení zabývající se výukou fyziky zaměřily nejenom na pregraduální přípravu učitelů fyziky, ale i na podporu výuky stávajících neaprobovaných učitelů fyziky.
8. Pro zlepšení současného nedostatečného stavu znalostí žáků z fyziky na všech stupních vzdělávání se účastníci shodli na potřebě vytvořit didakticky ověřené metodické návody pro učitele včetně informace, v jakém ročníku a předmětu je lze využít. Jako místo uložení se doporučuje rubrika Metodické návody na webových stránkách FPS.
9. Účastníci konstatovali, že by bylo žádoucí, aby při habilitačních a jmenovacích řízeních v oboru didaktiky fyziky byla respektována specifika tohoto oboru.
10. Nejpozději v roce 2019 uspořádáme další celostátní konferenci o fyzikálním vzdělávání a na ní bude zhodnoceno, do jaké míry byly realizovány body tohoto usnesení. Do programu konference by měly být zařazeny panelové diskuze. Na tuto konferenci budou pozváni zástupci ze zodpovědných míst (MŠMT, NIDV, NÚV).

*účastníci konference*

### MĚŘICÍ SYSTÉM VERNIER A ICT

Pavel BÖHM

#### Abstrakt

Pomocí jednoduchých adaptérů můžete propojovat senzory Vernier se stavebnicemi LEGO MINDSTORMS či Arduino. Pro Vernier můžete vytvářet též svá vlastní čidla na míru, případně software na míru díky zdarma dostupným vývojářským balíčkům pro LabVIEW, .NET či dětský programovací jazyk Scratch. Naměřená data lze jednoduše exportovat – například do Google Maps, Excelu, Calcu a dalších aplikací. Pomocí technologie Vernier Data Share lze naměřená data již během měření sdílet s okolními zařízeními nebo přes internet do celého světa.

### VERNIER PROBEWARE AND ICT

#### Abstract

Students can use Vernier sensors together with LEGO MINDSTORMS or Arduino using a simple adapter. They can create their own probes. It is also possible to use Vernier probes together with software development kits (SDK) in order to create specialized apps in LabVIEW, .NET or Scratch. Students can export collected sensor data directly to Google Maps, Excel, Calc etc. Vernier Data Share technology streams sensor data from data sharing source (datalogger LabQuest 2 or Logger Pro app) to individual computers, laptops, tablets and smartphones.

#### Otevřenost měřicího systému Vernier

Ačkoliv Vernier [1] poskytuje ucelené "plug-and-play" řešení pro žáky a učitele (více než 90 senzorů, vynikající software, obrovské množství videí, návodů a pracovních listů), jedná se současně o překvapivě hodně otevřený měřicí systém, který umožňuje nejen export dat do jiných programů (tabulkové editory, Google Maps apod.), ale také propojování čidel Vernier s LEGO roboty nebo Arduinem, vyrábění vlastních čidel nebo programování vlastních aplikací na míru pro čidla Vernier (Scratch, LabVIEW, Visual Basic, C#).

#### Výroba vlastních čidel na míru pro systém Vernier

Vernier používá pro většinu svých senzorů konektory British Telecom Analog (BTA) a British Telecom Digital (BTD), což umožňuje tvorbu vlastních senzorů na míru – ať už pro radost z kutění například v rámci semináře se studenty, nebo třeba kvůli úpravě rozsahů či pro vytvoření senzoru, který výrobce vůbec nedodává. Schéma zapojení je přehledně popsáno v [2]. Více o výrobě čidel v [3].

#### Výroba vlastního softwaru na míru pro čidla Vernier

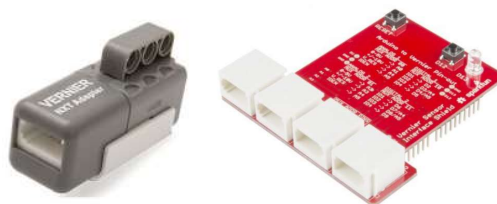
Software dodávaný firmou Vernier je dobře propracovaný a obsahuje mnoho užitečných funkcí pro pořizování dat, jejich vizualizaci a analýzu. Nicméně pro případy, kdy je potřeba jednoduchý program na míru, slouží volně dostupný vývojářský balíček (SDK – Software Development Kit). Programovat se dá v LabView či v .NET [4].

Nově je podporován také dětský programovací jazyk Scratch, zatím pouze pro USB sonar a USB teploměr. [5]

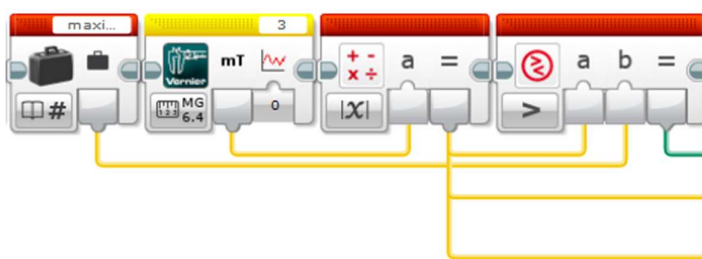
### Zapojení čidel Vernier do stavebnic LEGO a Arduino

Čidla Vernier lze připojovat k robotickým stavebnicím LEGO pomocí adaptéru [6] (obr. 1 vlevo). V době psaní tohoto příspěvku bylo s LEGO MINDSTORMS NXT kompatibilních celkem 35 senzorů, s LEGO MINDSTORMS EV3 dokonce 43 senzorů [7]. Pro inspiraci je k dispozici více než 20 videí s ukázkami hotových LEGO robotů s čidly Vernier v akci [6].

Podobně lze přes adaptér [8] (obr. 1 vpravo) připojovat čidla Vernier také ke stavebnicím Arduino. V době psaní článku bylo kompatibilních 82 čidel Vernier [9].



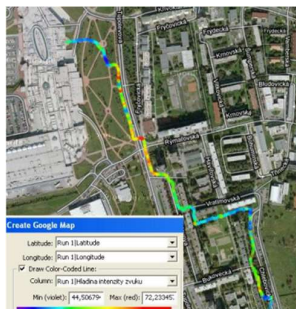
Obr. 1: Adaptéry pro připojení čidel Vernier ke stavebnicím LEGO a Arduino



Obr. 2: Ukázka části programu v LEGO MINDSTORMS, která ve stručnosti říká: *Vezmi aktuální hodnotu z teslametru, udělej z ní absolutní hodnotu, výsledek pošli do porovnávače čísel, kde tuto hodnotu porovnej s hodnotou zapsanou v paměti...*

### Export dat (např. do Excelu nebo do Google Maps)

Pokud bylo měření spojeno i s pořizováním GPS souřadnic (GPS modul je zabudovaný přímo v dataloggeru LabQuest [10]), lze data poté zobrazit přímo v mapovém podkladu [11].

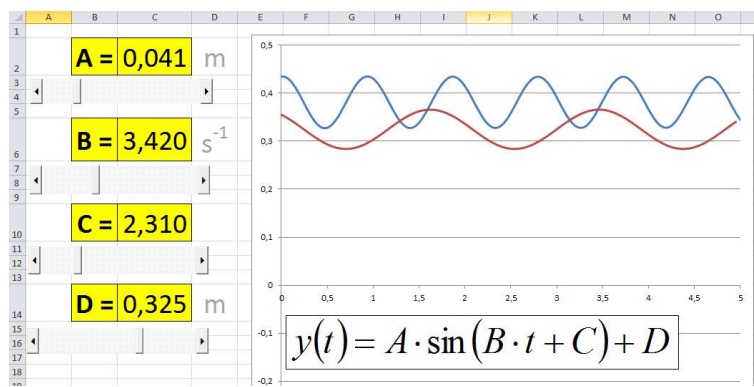


Obr. 3: Hluková mapa vznikla exportem dat pořízených během procházky městem za současného měření pomocí hlukoměru a GPS modulu.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8

Naměřená data lze pohodlně vizualizovat i analyzovat přímo v softwaru od firmy Vernier. Z různých důvodů ale může být užitečné tato data také exportovat jinam, například do tabulkového editoru.

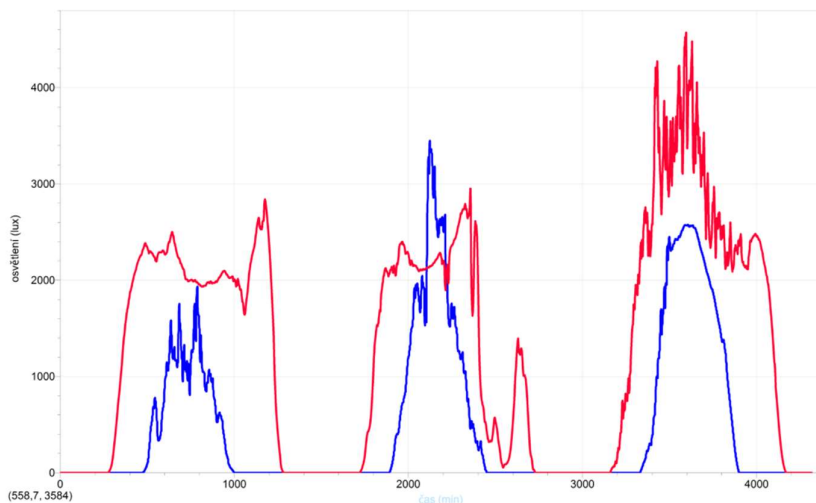
Příkladem exportu naměřených dat do Excelu je experiment [12].



Obr. 4: Pomocí sonaru byl během pěti sekund změřen periodický pohyb závaží zavěšeného na pružině (v grafu modře). V Excelu pak mohou žáci modelovat změnou koeficientů A, B, C a D matematickou funkci (v grafu červeně) tak, aby co nejlépe odpovídala naměřeným datům.

### Vernier Data Share

Pořizovaná data lze již během měření sdílet s okolními zařízeními (tablety, telefony, notebooky) nebo přes internet do celého světa pomocí technologie Vernier Data Share [13]. Tímto způsobem jsme například po celý jeden rok každou minutu zaznamenávali venkovní osvětlení a naměřená data sdíleli přes internet. Dnes jsou z toho velice zajímavé grafy dlouhodobých měření využitelné ve fyzice, biologii či zeměpisu. Mimo jiné se nám podařilo také nádherně zachytit zatmění Slunce. Více v [14].



Obr. 5: Graf zachycuje naměřenou intenzitu osvětlení během tří lednových dnů (modře) a tří červnových dnů (červeně).

### Literatura

1. EDUFOR S. R. O. *Školní experimentální systém Vernier*. [online] [cit. 15.05.2017]  
Dostupné z: <<http://www.vernier.cz>>
2. VERNIER SOFTWARE & TECHNOLOGY. *Sensor Pinouts*. [online]  
[cit. 15.05.2017] Dostupné z: <<https://www.vernier.com/support/sensor-pinouts/>>
3. PAZDERA, V. *Jak si vyrobit senzor pro měřicí systém Vernier?*. [online]  
[cit. 15.05.2017] Dostupné z: <<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=197>>
4. VERNIER SOFTWARE & TECHNOLOGY. *Software Development Kits*. [online]  
[cit. 15.05.2017] Dostupné z: <<https://www.vernier.com/downloads/software-development-kits/>>
5. VERNIER SOFTWARE & TECHNOLOGY. *Scratch-Vernier-Go-Extensions*.  
[online] [cit. 15.05.2017] Dostupné z:  
<<http://verniersoftwaretechnology.github.io/scratch-vernier-go-extensions/>>
6. EDUFOR S. R. O. *LEGO Link*. [online] [cit. 15.05.2017] Dostupné z:  
<<http://www.vernier.cz/BTA-NXT>>
7. VERNIER SOFTWARE & TECHNOLOGY. *NXT Sensor Adapter*. [online]  
[cit. 15.05.2017] Dostupné z: <<http://www.vernier.com/products/interfaces/bta-nxt/>>
8. EDUFOR S. R. O. *Vernier Arduino Interface Shield*. [online] [cit. 15.05.2017]  
Dostupné z: <<http://www.vernier.cz/BT-ARD>>
9. VERNIER SOFTWARE & TECHNOLOGY. *Vernier Arduino Interface Shield*.  
[online] [cit. 15.05.2017] Dostupné z:  
<<http://www.vernier.com/products/interfaces/bt-ard/>>
10. EDUFOR S. R. O. *LabQuest 2*. [online] [cit. 15.05.2017] Dostupné z:  
<<http://www.vernier.cz/LABQ2>>
11. JERMÁŘ, J. *Cesta do Tesca – mapujeme hluk*. [online] [cit. 15.05.2017] Dostupné z:  
<<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=154>>
12. BÖHM, P. *Kmitavý pohyb a jeho modelování metodou ,od oka‘*. [online]  
[cit. 15.05.2017] Dostupné z: <<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=222>>
13. EDUFOR S. R. O. *Nástroj Vernier Data Share*. [online] [cit. 15.05.2017]  
Dostupné z: <<http://www.vernier.cz/datashare>>
14. BÖHM, P. a JERMÁŘ, J. *Zatmění Slunce s Vernierem a nejen to*. [online]  
[cit. 15.05.2017] Dostupné z: <<http://www.vernier.cz/download/zatmeni.pdf>>

### Kontaktní adresa

Mgr. Pavel Böhm  
Katedra didaktiky fyziky MFF UK  
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha  
Telefon: +420 608 56 76 36  
E-mail: pavel.bohm@mff.cuni.cz

### KLASICKÉ EXPERIMENTY Z MECHANIKY S NEKLASICKÝM MĚŘENÍM

Zdeněk BOCHNÍČEK

#### Abstrakt

V příspěvku jsou ukázány příklady využití elektronického měření ve fyzikálním vzdělávání. První experiment – trhání provázku – je komentován případně vyhodnocen na všech úrovních výuky, od základní po vysokou školu. Druhý, čistě vysokoškolský experiment s kmitovými módy nabízí bohatou škálu realizací a jejich konfrontaci s teoretickým popisem.

### NONSTANDARD MEASUREMENTS IN CLASSICAL EXPERIMENTS IN MECHANICS

#### Abstract

In this paper two examples of an electronic data collection are described with the respect to physical education. The first experiment – tearing of the string – is evaluated for the needs in all levels of physical education. Whereas the second one with oscillation modes is convenient just for university physical courses and provides many realizations and their theoretical descriptions.

#### Úvod

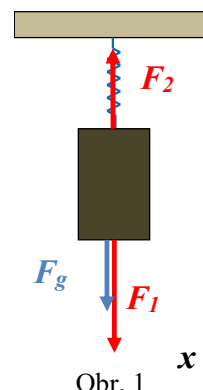
Elektronické systémy měření fyzikálních veličin se staly již běžnou součástí fyzikálních kabinetů a laboratoří. Při vhodném použití přinášejí nesporné výhody: zobrazení reálných vlastních smysly nedostupných dat může pomoci s pochopením fyzikální situace i na nižších stupních škol. Na pokročilejší úrovni lze data numericky zpracovat a přímo konfrontovat s teoretickým popisem.

#### Pokus č. 1: Trhání provázku

Trhání provázku je známý experiment pro demonstraci 2. Newtonova zákona. Experimentální uspořádání je na obr. 1. Závaží o hmotnosti 0,5 kg až 1 kg pověsíme na provázek (nitku) a dolů připevníme druhý provázek. Odlišným tahem na dolní provázek můžeme dosáhnout toho, že se přetrhne horní (pomale zvyšování síly) anebo dolní (rychlé trhnutí) provázek. V některých případech se přetrhnou oba provázky.

Fyzikální interpretace první situace je zřejmá a pro objasnění výsledku pokusu stačí použít skládání sil stejného směru. Ve statickém případě je horní provázek napínán součtem sil, kterou působí ruka na dolní provázek, a tíhové síly působící na těleso. Přetrhne se tedy jako první.

Ve druhé situaci je vysvětlení obtížnější a je nutné použít 2. Newtonův zákon. Při prudkém trhnutí velmi rychle narůstá síla na dolní provázek, v krátkém čase dosáhne meze pevnosti a provázek se přetrhne. Malý impuls síly udělí tělesu jen malou výslednou



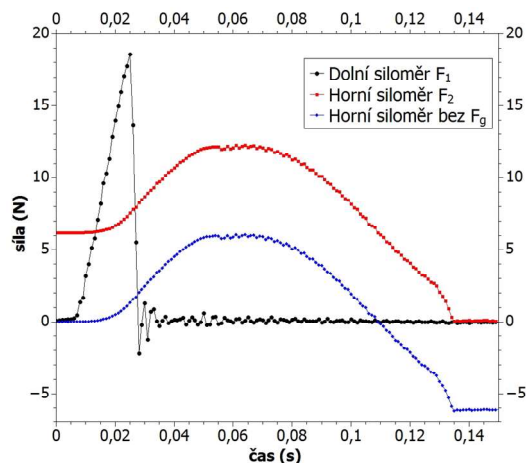
rychlost, horní provázek dokáže propružením pohybující se těleso zastavit a po několika tlumených zákmitech je vrátit do klidu v rovnovážné poloze.

### Experiment

Pro měření sil napínajících provázky byla použita čidla síly firmy Pasco. Oba provázky byly doplněny krátkými tuhými pružinkami z následujících důvodů:

1. Pružinka na horním provázku umožňuje z měřené síly a tuhosti pružiny určit polohu tělesa.
2. Pružinka na dolním provázku prodlužuje čas před přetržením dolního provázku, což usnadňuje měření časové závislosti síly.

Výsledek měření je na obr. 2. Je zcela zřejmé, že síla působící na dolní provázek ve velmi krátkém čase přesáhne mez pevnosti, zatímco maximální síla působící na horní provázek meze pevnosti zdaleka nedosáhne.



Obr. 2

### Interpretace experimentu pro základní školu

Síla dolního provázku těleso urychluje, její působení je však velmi krátké a výsledná rychlost tělesa je malá. Díky pružnosti horního provázku se působení horní síly prodlouží a na zabrzdění tělesa stačí jen menší síla. Je dobré uvést i jiné příklady, ve kterých je situace obdobná a které žáci dobře znají. Například sklenice se nárazem na dlažbu rozbije, ale dopadne-li ze stejné výšky na měkkou podušku, nic se nestane. Měkká podložka propružením prodlouží čas na zastavení sklenice, a tak sníží velikost působící brzdě síly.

### Interpretace experimentu pro střední školu – základní úroveň

Na střední škole můžeme předešlou argumentaci rozšířit o použití 2. Newtonova zákona ve tvaru

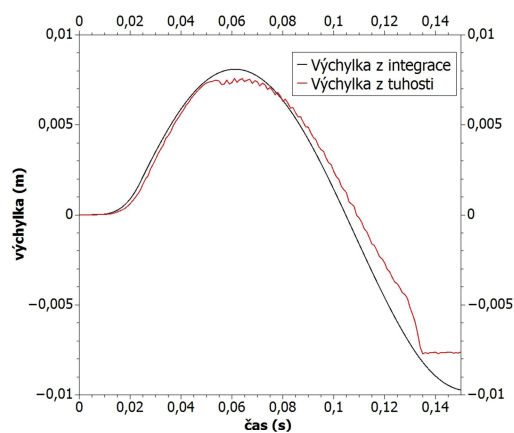
$$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v,$$

odkud je zřejmé, že stejné změny rychlosti je možné dosáhnout působením velké síly po krátkou dobu, anebo naopak malé síly po dlouhou dobu. Další komentář kopíruje výklad pro základní školu.

### Fyzikální model pro střední školu – pokročilá úroveň

Z 2. Newtonova zákona pro zavěšené těleso plyne:

$$ma = F_1 - F_2 + F_g.$$



Obr. 3

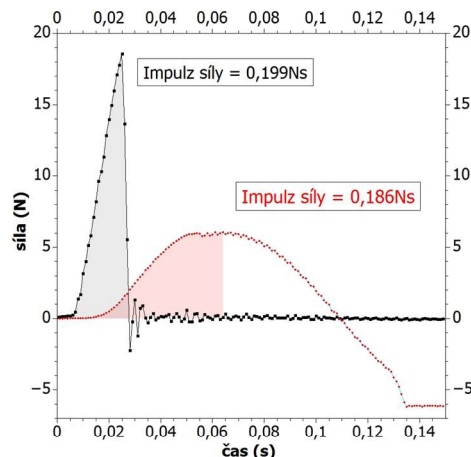
Tuto diferenciální rovnici lze jednoduše numericky integrovat přímo z měřených dat za předpokladu, že v intervalu mezi jednotlivými vzorkováními jsou všechny síly konstantní a těleso se pohybuje rovnoměrně zrychleným pohybem. Postupně počítáme:

$$a_i = \frac{F_{1,i} - F_{2,i} + F_g}{m}, \quad v_i = v_{i-1} + a_i \Delta t, \quad x_i = x_{i-1} + v_i \Delta t + \frac{1}{2} a_i \Delta t^2$$

Výpočet lze velmi snadno provést i v tabulkovém procesoru, například Excelu, bez znalosti programování. Výsledek je na obr. 3, kde je výchylka z numerické integrace 2. Newtonova zákona srovnána s výchylkou vypočtenou z experimentálně určené síly  $F_2$ . Přes jednoduchost použitého modelu je souhlas velice dobrý.

### Interpretace experimentu pro vysokou školu

Středoškolská interpretace může být rozšířena o prvky diferenciálního počtu. Na základě 2. Newtonova zákona můžeme psát:



Obr. 4

$$F \cdot dt = m \cdot dv \Rightarrow \int F \cdot dt = \int m \cdot dv \Rightarrow \int F \cdot dt = m \cdot \Delta v$$

Impulz síly dolního provázku udělí tělesu jistou rychlost, která musí být zbrzděna impulzem síly horního provázku. Tedy musí platit

$$\int_0^{\text{utržení nitky}} F_1 dt = \int_0^{\text{bod obrátu}} (F_2 - F_g) dt$$

Numerickou integraci experimentálních dat lze velmi snadno provést v některém programu na zpracování grafů, například QtiPlot. Výsledek je na obr. 4.

### Fyzikální model pro vysokou školu

S využitím pokročilejšího matematického aparátu lze za jistých předpokladů řešit celý problém analyticky. Ve shodě s experimentem lze předpokládat, že tažná síla dolního provázku roste lineárně s časem. Pak lze pro těleso psát pohybovou rovnici ve tvaru

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = At + mg - kx$$

kde  $A$  je konstanta popisující časový nárůst síly  $F_1$  a  $k$  tuhost pružiny spojené s horním provázkem. Tato nehomogenní diferenciální rovnice má obecné řešení

$$x(t) = x_0 \sin(\omega t + \varphi) + \frac{A}{k} t + \frac{mg}{k}$$

Integrační konstanty  $x_0$  a  $\varphi$  určíme z počátečních podmínek

$$x(0) = \frac{mg}{k}, \quad v(0) = 0$$

a dostaneme

$$x(t) = -\frac{A}{k\omega} \sin \omega t + \frac{A}{k} t + \frac{mg}{k}$$



Po utržení dolního provázku koná těleso harmonické kmity podle vztahu

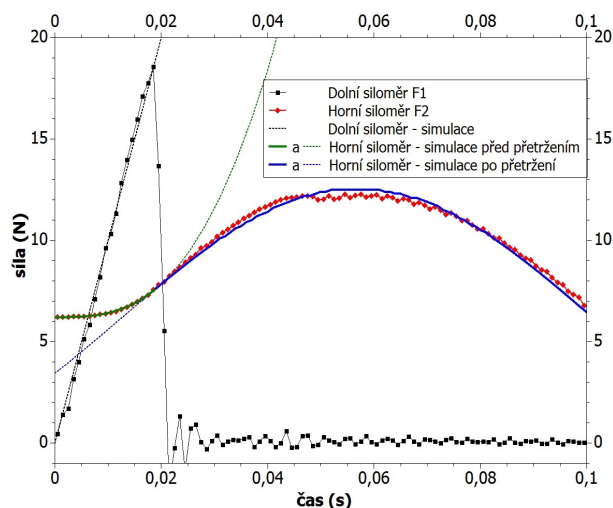
$$x_2(t) = D \sin(\omega t + \Phi) + \frac{mg}{k}.$$

Integrační konstanty určíme z polohy  $x_p$  a rychlosti  $v_p$  tělesa v okamžiku odtržení dolního provázku

$$D = \sqrt{\left(x_p - \frac{mg}{k}\right)^2 + \left(\frac{v_p}{\omega}\right)^2},$$

$$\Phi = \arctg\left[\left(x_p - \frac{mg}{k}\right) \frac{\omega}{v_p}\right] - \omega t_p.$$

Při vyhodnocení experimentu byla nejprve lineární regresí získána časová konstanta síly  $A$ , pohyb tělesa byl pak modelován výše uvedenou teorií. Výsledek je na obr. 5, kde jsou experimentální data srovnána s výsledkem modelu. Souhlas je velmi dobrý.



Obr. 5

## Pokus č. 2: Kmitové módy

Dvě hmotná tělesa na třech pružinkách tvoří klasický systém vázaných oscilátorů, který má v čistě podélných kmitech dva stupně volnosti, viz obr. 6. Zavedením tzv. normálních souřadnic

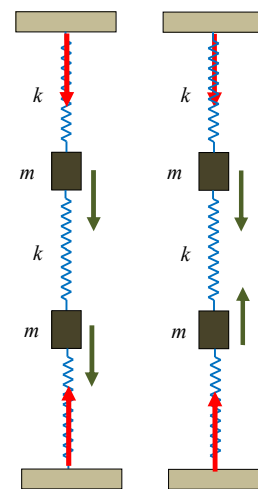
$$y_1 = x_1 + x_2, \quad y_2 = x_1 - x_2$$

oddělíme čistě harmonické kmitové módy s frekvencemi

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad \omega_2 = \sqrt{\frac{3k}{m}}.$$

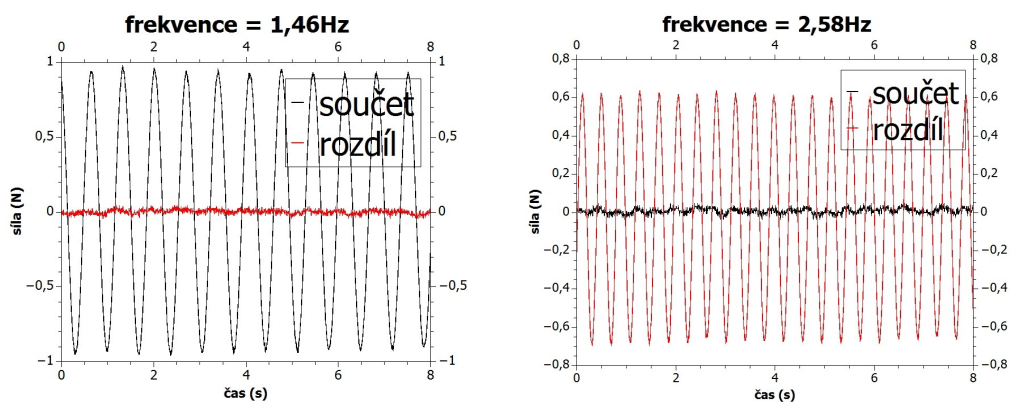
Pokud umístíme do krajních upevnění siloměry (červené šipky na obr. 6), můžeme se znalostí tuhostí pružin určit okamžité polohy obou těles.

Systém nabízí řadu experimentů s různými počátečními podmínkami: čisté kmitové módy nebo různé realizace obecných kmitů, které mohou být porovnány s teoretickými výpočty. Příklady jsou na obr. 7 a obr. 8.

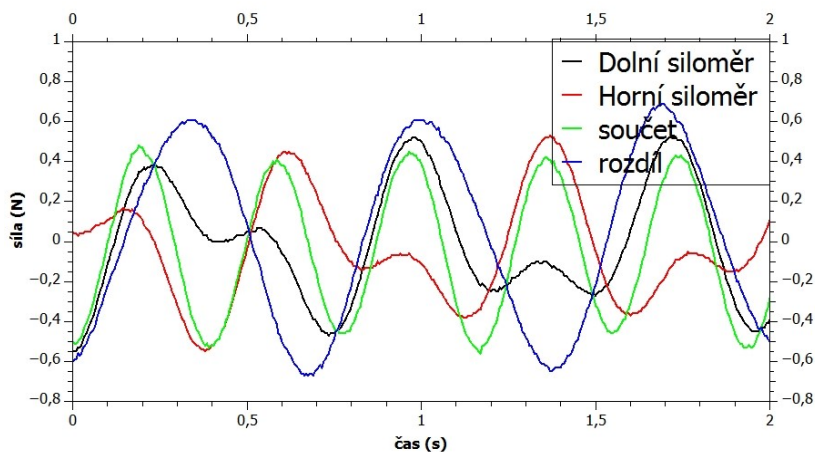


Obr. 6

**Experimentální poznámka:** Čisté kmitové módy lze nabudit tímto způsobem. Obě tělesa svážeme tenkou nitkou, která je trochu kratší než rovnovážná délka střední pružiny. Zatáhnutím za jedno těleso se o stejnou vzdálenost vychýlí i druhé těleso a nabudí se mód  $y_1$ . Když při tělesech v klidu nitku přepálíme, nabudíme mód  $y_2$ .



Obr. 7



Obr. 8

### Závěr

Uvedené experimenty jsou pouze příklady, jak lze využít reálná experimentální data z elektronických čidel ve fyzikálním vzdělávání. Zejména na vyšších stupních škol, kde je možné data pokročilejším způsobem vyhodnotit, přináší tato měření ve srovnání s klasickými pouze kvalitativními pokusy nespornou přidanou hodnotu.

### Kontaktní adresa

doc. RNDr. Zdeněk Bochníček, Dr.  
Přírodovědecká fakulta MU  
Kotlářská 2, 611 37, Brno  
Telefon: +420 54949 3221  
E-mail: zboch@physics.muni.cz

## NECHME SE INSPIROVAT

Veronika BURDOVÁ, Jiří TESAŘ

### Abstrakt

Příspěvek se věnuje výuce fyziky na bilingvní sekci česko-francouzských gymnázií. Jeho cílem je představení výuky na těchto sekcích a porovnání českého a francouzského způsobu výuky fyziky. Ve Francii je studium přírodních věd považováno za prestižní studium, na které nastupují nejlepší studenti. V ČR se potýkáme s poklesem zájmu o přírodní vědy, proto francouzský systém nabízí v mnohém zajímavou inspiraci.

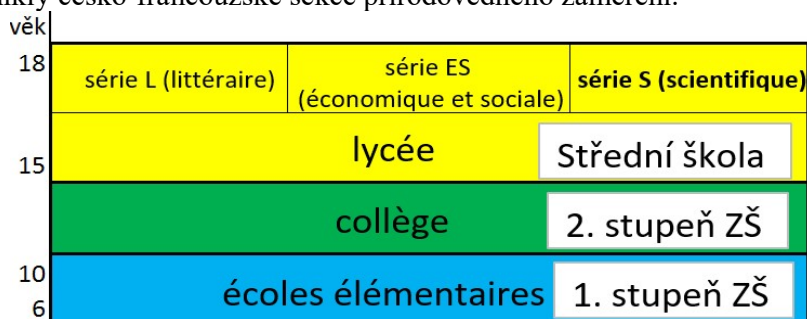
### LET'S GET INSPIRED

### Abstract

This paper is dedicated to teaching physics at bilingual Czech section of French grammar schools. Its aim is to introduce teaching in these sections and to make a comparison of Czech and French way of teaching physics. In France, the study of natural sciences is considered a prestigious study where we can find the best students. The Czech Republic is struggling with declining interest in natural sciences because the French system offers many interesting inspirations.

### Úvod

V devadesátých letech vznikly na našich gymnáziích **česko-francouzské sekce**. Studenti těchto sekcí se učí podle francouzského modelu. Tyto sekce nejsou jen sekcemi jazykovými, jak by se mohlo na první pohled zdát. Ve Francii se **přírodovědné zaměření** považuje za prestižní směr na gymnáziích. Z této skutečnosti vyplývá, proč v naší republice vznikly česko-francouzské sekce přírodovědného zaměření.



### Výuka ve Francii

Nejprve nastíníme **vzdělávací systém** ve Francii. Do primárního cyklu vzdělávání se zahrnuje již předškolní vzdělávání v mateřských školách (3–6 let), další stupně uvádíme v následující tabulce. Zároveň v ní uvádíme i odpovídající český ekvivalent, zpracováno podle [1].

Ve Francii systém víceletých gymnázií neexistuje. Vyšší sekundární vzdělávání se realizuje v rámci střední školy, tzv. lycea (fr. lycée).

**Lycéeum** navštěvují studenti ve věku 15–18 let. Školu studují tři roky, v prvním ročníku mají povinné předměty stejné, k tomu mají dva povinně volitelné a jeden nepovinně volitelný. Ve druhém ročníku se rozdělí **do 3 základních větví**, viz schéma. Studenti mají nadále společně povinné předměty. V jednotlivých větvích se ale studenti věnují předmětům důležitým pro jejich zvolenou větev. Do série S patří tyto předměty: matematika, fyzika, chemie, biologie (příp. inženýrské vědy). I zbylé dvě větve také zahrnují výuku přírodních věd. Tuto školu ukončují studenti francouzskou státní maturitní zkouškou – **Baccalauréatem**. Ta byla ve Francii zavedena v roce 1808. Absolventům se uděluje diplom, který má v systému francouzského školství dvojí úlohu. Potvrzuje ukončení středoškolského studia a zároveň opravňuje k zahájení studia na vysoké škole.

Studium na střední škole je ve Francii o rok kratší. Výuka probíhá od pondělí do pátku a na některých školách i v sobotu dopoledne. Začíná ráno v osm hodin a zpravidla končí okolo 16.–17. hodiny. Ve středu odpoledne výuka neprobíhá. Jedna vyučovací hodina trvá 55 minut. Školní rok ve Francii se dělí na **tři trimestry**. Hodnocení spočívá v bodovém systému **0–20 bodů**. Je velice vzácné získat 20 bodů z 20. Na druhou stranu, slabší žáci, jejichž hodnocení se pohybuje kolem 8–7 bodů, riskují opakování ročníku. Každý žák pak obdrží trimestrální vysvědčení (bulletin trimestriel) nejenom s bodovým hodnocením, ale také slovním vyjádřením každého vyučujícího [2].

### Francouzské sekce v ČR

Francouzské sekce v naší republice vznikaly v letech 1990–1991. V současné době v České republice působí **4 sekce**. Na gymnáziích v Praze, v Olomouci, v Brně a v Táboře. Naše sekce aktivně spolupracují se svými kolegy ze Slovenské republiky. Rozvržení učiva a další materiály byly vytvořeny v těsné spolupráci českých a francouzských odborníků. Vyučující předmětu fyzika se setkávají **dvakrát ročně** pravidelně, v případě potřeby vícekrát. Tato pravidelná setkání se věnují maturitním zkouškám, každý vyučující se podílí aktivně na přípravě písemné části maturity. Druhá schůzka se věnuje společnému opravování písemné části maturity, kterou opravují 3 hodnotitelé a musí se shodnout.

Naše bilingvní sekce mají vysokou prestiž i v samotné Francii. Od Francie obdržely **pečeť kvality Label Franc Education**, jež je udělována školám v zahraničí, které nabízejí frankofonní bilingvní výuku mimořádné kvality.

Na tato gymnázia studenti nastupují ze 7. třídy. První dva ročníky ukončují povinnou školní docházku a učí se podle českých osnov. Používají i české učebnice, tyto dva roky se však intenzivně věnují výuce francouzského jazyka, aby byli schopni od 3. ročníku absolvovat stěžejní předměty ve francouzštině.

### Výuka fyziky na francouzské sekci

Výuka fyziky na francouzské sekci se výrazně odlišuje od standardní gymnaziální výuky v ČR. Prvním a zároveň největším rozdílem se stává samotné pojetí výuky. Kdybychom chtěli nalézt jednoslovné vyjádření, tak bychom mohli toto **pojetí označit za badatelské**. Základem každé hodiny by měl být pokus, který fyzikálně vystihuje dané učivo. Pokusy mají být frontální a prováděné samotnými žáky. Učitel se v tomto pojetí stává jejich průvodcem, který jim pomáhá a směřuje je k cíli. Cílem hodiny se stává objevení fyzikálních zákonů a poznatků s tím souvisejících. Na základě vyhodnocení pokusů by žáci měli sami zformulovat objevené fyzikální zákonitosti, učitel by je měl posouvat ke správným závěrům.

Tento způsob výuky v našich podmínkách může přinést i mnoho problémů. Gymnázium musí mít dostatečné vybavení. Na učitele klade mnohem větší časovou náročnost, musí dané problematice rozumět hodně do hloubky a musí být i dobrým didaktikem, aby studentům rovnou neprozradil celou cestu, již mají nalézt. U této metody je vysoká i časová náročnost, proto mají žáci rozsah fyziky stanoven na **3+1 hodiny týdně**. V praxi to někdy bývají pouze 2 hodiny týdně a jednou za čtrnáct dní laboratorní práce s dvouhodinovou dotací.

Druhý zásadní rozdíl vzniká v rozvržení učiva. Na rozdíl od českého systému zde najdeme cyklické uspořádání. Dané téma se probírá ze všech různých stran a ve vzájemných souvislostech. Podíváme-li se stručně na jednotlivé ročníky, tak v nich nalézáme tematicky propojovanou výuku. Podle tohoto programu se učí od třetího ročníku (1. roč. střední školy). Od Francie se navíc liší tím, že na něj naši studenti mají o rok déle. Studenti se v každém ročníku zabývají v podstatě všemi oblastmi fyziky a neustále je opakují a obohacují o pokročilejší věci. Ve třetím ročníku opakují látku předchozích dvou let, ale již ve francouzštině. Studenti si tak nenásilným způsobem osvojí francouzskou terminologii na již známé látky.

Začínají různými způsoby měření délek, následuje mechanika se základními pohybovými zákony a geometrická optika. Druhé pololetí je věnováno převážně elektřině a jejím základním zákonům. Ve čtvrtém ročníku dále rozvíjí mechaniku a poté opět elektřinu, na konci pak geometrickou optiku. Začátek pátého ročníku je věnován mechanickému a elektromagnetickému vlnění, následuje jaderná fyzika a opět základní zákony mechaniky – pohyby těles. V šestém ročníku se zabývají převážně elektromagnetismem.

Fyzika jde ruku v ruce s matematikou, která pro ni vytváří potřebný matematický aparát. I zde nalezneme rozdíly. Matematika je povinným maturitním předmětem od samého počátku těchto sekcí. Studenti probírají navíc základy lineární algebry (matice, determinanty, vektorový a skalární součin) matematické analýzy (diferenciální a integrální počet), statistiku a základy řešení diferenciálních rovnic. [3]

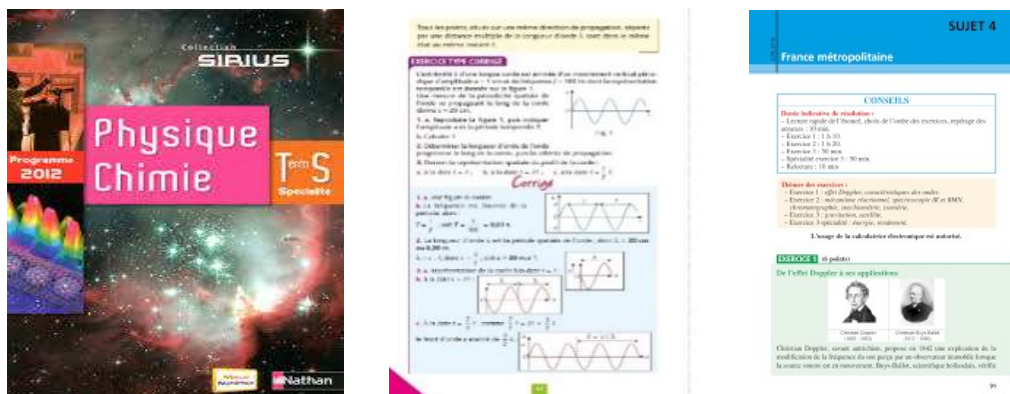
### Maturitní zkouška

Studenti si fyziku mohou zvolit jako jeden z povinně volitelných předmětů, kromě fyziky mají ještě na výběr z chemie, zeměpisu a dějepisu. I u maturity nalezneme odlišnosti. Základní důraz je kladen na písemnou část. Příklady k ní navrhuje všichni učitelé fyziky z českých a slovenských sekcí. Komise složená z řad učitelů sestaví výslednou podobou písemné části. Studenti v březnu píšou maturitu na nečisto, která se typově neliší od maturitní písemné části. Písemná zkouška obsahuje pět částí – question de cours (**teoretické otázky**), problème (**úloha**), exercice à caractère experimental (**analýza výsledků pokusu**), étude d'un document (**studium textu**) a QCM (**test s uzavřenými odpověďmi**). Tato zkouška trvá tři hodiny. Ústní část zkoušky se již nezaměřuje na odborné fyzikální znalosti, ale ověřuje vyjadřovací schopnosti studenta a trvá 15 minut. [4]

### Učebnice

Učebnice žáci dostávají od francouzské strany zdarma, jedná se o učebnice, podle kterých se učí ve Francii. Tyto učebnice se vydávají každý rok nové, i když se může učit i podle starších vydání, což se v praxi většinou tak děje. V učebnicích nalezneme odkazy i na mnohá videa a materiály z internetu, které jsou nedílnou součástí výuky. Ve Francii navíc stále probíhá intenzivní výzkum učebnic. Působí zde speciální centrum pro

informace o školních učebnicích. V tomto centru analyzovali všechny francouzské učebnice vydané od roku 1789 až do současnosti. **Školní učebnice se ve Francii považují za kulturní dědictví národa.** [5]



Obr. 1: Učebnice

### Reforma

Posledním tématem, kterým se budeme v tomto příspěvku zabývat, je reforma francouzského školství. Tato reforma začala v roce 2010 a nyní se uvádí do praxe i na našich gymnáziích. Fyzika se pro studenty musí stát vědou, která je bude učit pozorovat, uvažovat, správně usuzovat a bude je **fascinovat**. Měla by je vést ke spolupráci. Úspěch týmové práce má pro ně mít větší cenu než individuální selhání. Zajímavostí této reformy je i její zaměření na motivaci dívek, aby se fyzice věnovaly i v dalším studiu. Tato reforma se opírá o pět základních pilířů.

První pilíř tvoří **vědecký přístup**. Tento pilíř učí studenty správně se tázat, stanovit hypotézu, tu pak konfrontovat s reálným experimentem a uplatnit kritické myšlení. Ukazuje žákům i možnost, že se věda může mýlit. Tento pilíř má vést k pokoře, správnému usuzování a k radosti z bádání nad danými problémy.

Za druhý a zároveň stěžejní pilíř můžeme označit **experimentální přístup**. Ten formuje jejich přístup k fyzice. Pod vedením svého učitele objevují fyzikální zákony, rozvíjejí si svou iniciativou, zvědavost a fyzikální myšlení. Tento pilíř jim umožňuje srovnávat své představy s realitou.

Za třetí pilíř bychom mohli označit výuku fyziky **v historickém kontextu**. Student si má uvědomovat, že dějiny fyziky jsou zdrojem poznání, inspirace, intelektuální svobody a vůle vytrvat. Zároveň jsou školou pokory a trpělivosti.

Čtvrtý pilíř tvoří **vazba a propojenost** s jinými předměty, to jak přírodovědně technickými, tak humanitními.

Pátým pilířem, na který se v dnešní době klade velký důraz, je využívání **informačních a komunikačních technologií**. Jejich využívání se postupně musí stát nedílnou součástí výuky fyziky. Své uplatnění naleznou ve zpracování laboratorních cvičení, používání simulací, videí, shromažďování informací a vyhledávání nejnovějších vědeckých poznatků. Velký důraz tento pilíř klade na používání internetu, který se stává nedílnou součástí studentů i v každodenním životě. Při výuce mají žáci využívat i další technologie jakými jsou: fotoaparáty, videokamery, projekční systémy, interaktivní tabule a běžný nebo specializovaný software.

Studenti vytvářejí během školního roku různé projekty, ty úspěšné by měly být zveřejňovány i prostřednictvím moderních technologií. Na základě těchto pilířů dochází i k úpravám učiva a učebních metod.

V našem příspěvku se zaměříme konkrétně na 3. ročník (1. ročník SŠ). Tímto ročníkem prolínají **tři témata**, se kterými mají studenti zkušenosti ze svého každodenního života – **zdraví, sportování a vesmír**. Téma zdraví pojednává o základech diagnostiky, udržení zdraví a jeho ochraně. Téma sportování na předchozí téma navazuje a uvádí studenty do studia pohybu, síly a dalších fyzikálních jevů souvisejících se sportem. Téma vesmír začíná odvěkou snahou lidí objevovat a poznávat blízký i vzdálený vesmír a pokračuje základními zákony fungování vesmíru [6].

### Závěr

Tento příspěvek ukazuje výuku fyziky na gymnáziu podle francouzského systému. Tento systém se v mnohém od našeho liší, má své klady i zápory. Je to přístup založený na praxi, experimentu a propojení fyziky se životem. Studentům může chybět množství napočítaných příkladů, ale jak sami říkají, toto pojetí výuky je učí kriticky myslet. Zajímavý je i velký důraz kladený na motivaci. Studenti, kteří odmaturoují z fyziky, se jí ve většině případů i nadále úspěšně věnují. Je na zvážení, zda by se náš systém výuky fyziky neměl v mnohých případech nechat inspirovat a obohatit o francouzské zkušenosti.

### Literatura

- [1] FRANCOUZSKÝ INSTITUT V PRAZE. *Vzdělávací systém ve Francii* [online]. [cit. 31. 1. 2017]. Dostupný z: <<http://www.ifp.cz/Descriptif-de-la-scolarite>>
- [2] FRANCOUZSKÝ INSTITUT V PRAZE. *Charakteristika studia* [online]. [cit. 31. 1. 2017]. Dostupný z: <<http://www.ifp.cz/Charakteristika-studia>>
- [3] GYMNÁZIUM PIERRA DE COUBERTINA TÁBOR. *Školní vzdělávací program – Dvojjazyčným vzděláním za kvalitním poznáním, Si on est bilingue on comprend mieux le monde* [online]. [cit. 31. 1. 2017]. Dostupný z: <<http://www.ifp.cz/Charakteristika-studia>>
- [4] GYMNÁZIUM JANA NERUDY. *Matières facultatives au baccalauréat* [online]. [cit. 31. 1. 2017]. Dostupný z: <<https://www.gjn.cz/bilingvni-sekce/studium/>>
- [5] PRŮCHA, J. *Učebnice Teorie a analýzy edukačního média*. Brno: Paido, 1998, ISBN 80-85931-49-4.
- [6] MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE. *Programme de Physique – Chimie en classe de seconde générale et technologique: Reforma v přírodních vědách, preambule* [online]. [cit. 31. 1. 2017]. Dostupný z: <[http://media.education.gouv.fr/file/special\\_4/72/9/physique\\_chimie\\_143729.pdf](http://media.education.gouv.fr/file/special_4/72/9/physique_chimie_143729.pdf)>

### Kontaktní adresa

Mgr. Veronika Burdová  
Katedra aplikované fyziky a techniky  
Pedagogická fakulta JCU  
Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice  
Telefon: +420 387 773 055

doc. PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D.  
Katedra aplikované fyziky a techniky  
Pedagogická fakulta JCU  
Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice  
Telefon: +420 387 773 051

## DVA ROKY SNAH O ZÍSKÁNÍ DAT O UČITELÍCH FYZIKY V ČR

Leoš DVORÁK

### Abstrakt

Příspěvek je krátkou zprávou o komunikaci Fyzikální pedagogické společnosti JČMF s Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy ve snaze zjistit data o učitelích fyziky na základních a středních školách v ČR. Připravené šetření, které mělo zjistit tato data, bylo zatím nahrazeno kvalifikovaným odhadem zástupců školských asociací v rámci platformy Comenius. V příspěvku jsou uvedena a stručně komentována data, která zatím MŠMT takto získalo a poskytlo FPS.

### TWO YEARS OF ATTEMPTS TO FIND DATA ON PHYSICS TEACHERS IN THE CZECH REPUBLIC

### Abstract

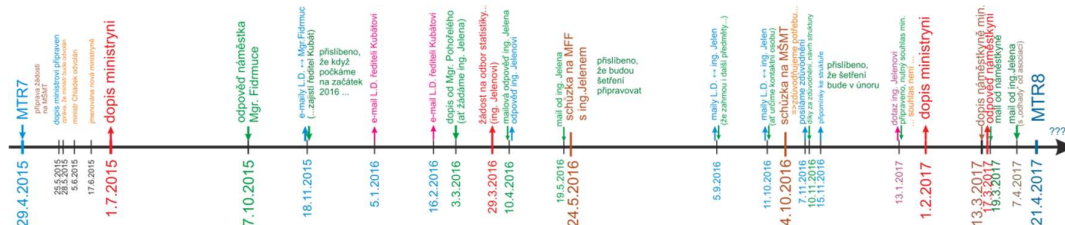
The talk is a short report on a communication of The Physical Pedagogical Society of The Union of Czech Mathematicians and Physicists with The Ministry of Education, Youth and Sport (MŠMT) when trying to find data on physics teachers in lower and higher secondary schools in The Czech Republic. The prepared survey that was supposed to find the data was, for now, replaced by a qualified estimate done by representatives of school associations in the Comenius platform. The talk presents and briefly discusses the data gained and provided by MŠMT in this way so far.

### Úvod

V roce 2015 účastníci konference *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 7* konstatovali, že nejsou k dispozici dostatečná data o učitelích fyziky na školách v ČR, zejména pokud se týká jejich počtu, aprobevanosti a dalších ukazatelů. (Pozn.: Termín „učitelé fyziky“ zde i nadále používáme coby genderově neutrální, samozřejmě tím myslíme učitele i učitelky.) Konference pověřila Fyzikální pedagogickou společnost Jednoty Českých matematiků a fyziků, konkrétně jejího předsedu (autora tohoto příspěvku), aby požádal Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy o tato data, resp. o jejich zjištění, pokud je ministerstvo nemá.

### Snaha o získání dat – komunikace s MŠMT od roku 2015

Průběh aktivit zaměřených na získání dat o učitelích fyziky shrnuje obr. 1.



Obr. 1: „Časová osa“ aktivit v rámci komunikace FPS s MŠMT



Není účelem tohoto příspěvku popisovat všechny dopisy, dokumenty a jednání, které ve snaze získat patřičná data za téměř dva uplynulé roky proběhly. Některé z nich jsou poznamenány vnějšími vlivy. Například dopis se žádostí o data, adresovaný ministru Chládkovi, nebyl odeslán, protože se v médiích objevily zprávy, že bude odvolán, k čemuž také došlo. Žádost o data o učitelích byla následně poslána 1. 7. 2015 ministryni školství Kateřině Valachové. Odpověď přišla v říjnu 2015 od náměstka ministryně Mgr. Fidrmuce a byla vstřícná. Pan náměstek napsal „v zásadě můžeme Vaši žádosti vyhovět, avšak pouze provedením zvláštního šetření“ a dále uvedl „... nepovažujeme za vhodné zadávat zvláštní šetření v právě probíhajícím období. Pokud by pro Vás byl únosný odklad šetření na začátek nového kalendářního roku, rádi Vám vyhovíme.“ (Viz [1].)

Na naše poděkování a sdělení, že máme zájem, reagoval informací, že se máme obrátit na ředitele Odboru dalšího vzdělávání a péče o pedagogické pracovníky MŠMT Mgr. Kubáta, ten mě následně odkázal na Mgr. Pohořelého, pověřeného řízením odboru předškolního, základního, základního uměleckého a speciálního vzdělávání – celkově lze shrnout, že jsme od zmíněného prvního července 2015, kromě dvou dopisů přímo paní ministryni, jednali se dvěma náměstkyněmi (přesněji: s jedním náměstkem a jednou náměstkyní) a třemi řediteli odborů ministerstva a také s pracovníky odboru školské statistiky, analýz a informační strategie.

Na jaře 2016 jsme byli odkázáni na ředitele odboru školské statistiky, analýz a informační strategie, Ing. Jelena. Ten byl velmi vstřícný (dokonce za námi přijel na fakultu) a s ním a pracovníky jeho odboru jsme upřesnili, jaká data by bylo zapotřebí ze škol zjišťovat. (Když zde píšu „upřesnili jsme“, míním tím sebe a dr. Vojtěcha Žáka z KDF MFF, s nímž jsem celou problematiku konzultoval od samého začátku; dr. Žák se také na podzim 2016 stal kontaktní osobou pro spolupráci s pracovníky daného odboru MŠMT.) V létě a na podzim 2016 vše nasvědčovalo, že data budeme moci získat.

### Jaká data jsme chtěli zjistit

Již v původním dopise ministryni školství bylo zdůrazněno, že potřebujeme zjistit zejména:

1. Počty učitelů, kteří vyučují fyziku (a jejich pracovní vytížení)
2. Aprobovanost (zda mají tito vyučující aprobaci k výuce fyziky)
3. Věk učitelů (aby bylo možno sestavit jejich věkový strom)

V žádosti na odbor školské statistiky, analýz a informační strategie jsme v návrhu, jaká data by se sbírala ze škol, napsali, že ředitel školy by za každého učitele, který na jeho škole vyučuje fyziku, uvedl: 1) Kolik hodin v týdnu vyučuje fyziku, 2) Zda je na výuku fyziky aprobován, 3) Věk, 4) Pohlaví, a případně, pokud by to bylo možné: 5) Na které VŠ získal aprobaci na fyziku, 6) Pro jaké další předměty má aprobaci. (Údaj z bodu 5 by umožnil odhadovat mobilitu učitelů, tedy zčásti i to, nakolik nedostatek aprobovaných učitelů fyziky v daném regionu musí řešit jen vysoká škola v dané oblasti, či zda mohou pomoci i ostatní VŠ. Poslední údaj je významný z hlediska mezipředmětových vazeb.)

Získaná data by samozřejmě byla anonymizována – nejde o to, zjišťovat aprobovanost učitelů na jednotlivých školách, ale podle regionů a větších oblastí. Databáze zjištěných dat by však umožňovala dostatečně detailní pohledy na celou situaci týkající se počtů a dostatku či nedostatku fyzikářů na školách.

### Co je aprobovaný učitel

V diskusi se ukázalo, že bude vhodné precizovat, co rozumíme aprobovaným učitelem; MŠMT totiž tento pojem v současnosti nepoužívá. (Termín „kvalifikovaný učitel“ znamená něco jiného.) Pro účely šetření jsme nakonec dospěli k následující pracovní definici:

1. Absolvent učitelství fyziky pro základní a/nebo střední školy v magisterském studijním programu, nebo:
2. Absolvent učitelství jiných všeobecně vzdělávacích předmětů + oboru Fyzika v programu celoživotního vzdělávání (studium k rozšíření odborné kvalifikace), nebo:
3. Absolvent magisterského neučitelského studijního oboru (tedy i inženýrského) se zaměřením na fyziku + doplňujícího pedagogického studia.

### Dosavadní výsledky jednání

V létě 2016 se zdálo, že by se připravované šetření mohlo uskutečnit na podzim 2016, byť samozřejmě ne v září nebo začátkem října, kdy to z hlediska zatížení ředitelů škol nebylo vhodné. Přitom Ing. Jelen a pracovníci odboru školské statistiky, analýz a informační strategie konstatovali, že bude vhodné provést šetření týkající se nejen fyzikářů, ale i učitelů několika dalších vybraných předmětů.

V průběhu podzimu bylo potřebné šetření připraveno, byť se jej do konce roku již nepodařilo uskutečnit. Výsledky celého asi rok a půl trvajícího procesu bylo tedy možno shrnout do několika bodů:

- Potřebná data o učitelích MŠMT skutečně nemá, pro jejich získání je třeba provést zvláštní šetření.
- Pracovníci MŠMT opakovaně konstatovali, že takové šetření je potřebné a fakticky (více méně explicitě či implicitě) přislíbili, že ho bude možno provést.
- FPS JČMF se ukázala pro jednání s MŠMT vhodnou platformou, na naše žádosti a dopisy pracovníci ministerstva odpovídali, a byť se to, s kým je třeba na MŠMT jednat, postupně měnilo, vzájemná komunikace byla vstřícná a kultivovaná.
- Šetření pro získání potřebných dat je připraveno a odbor školské statistiky, analýz a informační strategie je zřejmě schopen jej profesionálně realizovat a zpracovat výsledky.

Vše tedy vypadalo velmi nadějně a v tomto smyslu autor tohoto příspěvku informoval Předsednictvo výboru Jednoty, Výbor Jednoty i Výbor Fyzikální pedagogické společnosti.

### Proč se připravené šetření neuskutečnilo

Začátkem roku 2017 jsme urgovali uskutečnění daného šetření a argumentovali tím, že bude třeba podat zprávu o alespoň základních získaných výsledcích účastníkům konference *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8*.

Následně jsme dostali zprávu, že k uskutečnění šetření je zapotřebí souhlas paní ministryně – ovšem že její prioritou nyní je snížení administrativní zátěže škol, s čímž by naše šetření kolidovalo. Na jednání se zástupci školských asociací prý bylo stanoveno, že šetření bude nahrazeno kvalifikovaným odhadem.

Dne 1. února 2017 jsem dopisem požádal ministryni školství, zda by toto své rozhodnutí mohla revokovat, protože odhad, jak se obáváme, nedá data ani dostatečně detailní, ani dostatečně spolehlivá. Dne 13. března 2017 jsme dostali odpověď od náměstkyně ministryně Mgr. et Mgr. Prudíkové, v němž konstatuje, že si paní ministryně

aktuálně vybrala téma snižování administrativní zátěže jako jednu ze svých hlavních priorit, a že „Realizace šetření na školách, nad rámec jejich zákonem konkrétně vymezených povinností, by tak bylo jasným popřením této priority.“ Dále uvádí, že paní ministryně hledala jiné cesty, jak alespoň část potřebných informací bez dalšího povinného zapojení škol zajistit a píše „Výsledná podoba řešení prostřednictvím kvalifikovaných odhadů zpracovaných příslušnými odbornými asociacemi byla ujednána v rámci odborné diskuse na lednové platformě Comenius“. Následně uvádí, že je zřejmé, že kvalifikované odhady nemohou dosáhnout úrovně detailu a přesnosti, kterou požadujeme, ale že se snad stanou „významným podkladem popisujícím oblast zajištění výuky odborných předmětů“. Dopis byl delší a v zásadě ukazoval, že paní náměstkyně chápe naše potřeby – ale že situace je taková, jaká je.

Následně jsem paní náměstkyni požádal o zmíněné kvalifikované odhady a prakticky obratem dostal ujištění, že ověří, v jaké fázi je zpracování daných odhadů a že nám budou poskytnuty; začátkem dubna jsme pak odhady skutečně dostali.

### **Odhady, které MŠMT dosud poskytlo – a pokus o jejich interpretaci**

Odhady, které jsme (zatím) dostali, se týkaly ZŠ a SOŠ. Zahrnovaly více předmětů; z nich zde zmíníme odhady týkající se učitelů fyziky pro celou ČR. (Odhady o učitelích ZŠ byly po jednotlivých krajích.) V materiálu, který jsme obdrželi, je uvedeno, že za celou ČR na ZŠ, které odpověděly, nyní chybí 31 učitelů; dále je tam pod hlavičkou „bude chybět“ (není řečeno, kdy) uveden počet 53. Podstatné ovšem je, že dotazník vyplnilo v celé ČR 76 škol. Pokud to srovnáme s počtem ZŠ, které mají druhý stupeň (podle statistických údajů dostupných na stránkách MŠMT [2] je to 2719 škol), vyplnilo dotazník pouze 2,80 % škol.

Jakákoli extrapolace na celou republiku v materiálu není. Pokud bychom použili lineární extrapolaci (a jaká jiná by byla vhodnější?), dospěli bychom k výsledku, že v ČR jen na ZŠ chybí 1109 fyzikářů. Ovšem dělat extrapolaci z necelých tří procent škol... O tom, jak se na daná data můžeme spolehnout, svědčí možná detail, podíváme-li se na údaje z jednotlivých krajů: za Karlovarský kraj je uvedeno, že v současnosti nechybí žádný učitel. Porovnání s [3] ukazuje značnou diskrepanci.

Podle údajů ze SOŠ zde chybí 34 fyzikářů; odpovědělo ovšem jen 57 škol, tedy asi 5,66 %. Lineární extrapolací bychom dospěli k počtu 601 chybějících fyzikářů v celé republice. Za gymnázia, jak už bylo řečeno, podklady ještě vůbec nejsou.

Je zjevné, že daná čísla lze jen těžko označit za skutečně kvalifikované odhady. Toto bylo zřejmé i z reakcí účastníků konference, když byla tato čísla prezentována. Pokud bychom skutečně použili lineární extrapolaci, došli bychom k závěru, že na ZŠ a SOŠ chybí 1710 fyzikářů! Se započtením gymnázií tedy možná až dva tisíce(!) Údaj, kolik lidí učí fyziku na školách, stále nemáme (to v materiálech z MŠMT nebylo), odhady na minulé konferenci MTR5 byly v rozmezí 3,5 až 5 tisíc. Znamená to tedy, že chybí až téměř polovina fyzikářů?

Takový výsledek by byl velmi alarmující – a ve skutečnosti je myslím silným argumentem pro to, aby opravdu proběhlo šetření, které by ukázalo reálný stav. Tedy skutečné počty aprobovaných a neaprobovaných fyzikářů, jejich věkový strom a další údaje. Na odboru školské statistiky, analýz a informační strategie jsou profesionálové, kteří je budou umět kvalitně realizovat a vyhodnotit, a navíc je šetření již připraveno. Bylo by jednoznačně škoda ho neprovést.

### Jak postupovat dále

Ve výše zmíněném dopise nás náměstkyně Prudíková v závěru ujišťuje, že „stávajícím řešením není nijak dotčena naše obecná ochota k další spolupráci a výzkumu v této oblasti“. Domnívám se tedy, že argumenty pro realizaci uvedeného šetření mohou (byť třeba časem) dojít sluchu rozhodovacích složek MŠMT, třeba až se aktuální důraz na některé současné priority poněkud posune.

V usnesení konference *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8* z 23. dubna 2017 je ostatně bod „Účastníci se proto shodli na nutnosti pokračovat v jednáních s MŠMT s cílem zmapovat celostátně počty, aprobovanost a věk učitelů fyziky. Jednáním účastníci pověřují Fyzikální pedagogickou společnost (FPS).“

Budeme se proto i nadále snažit přesvědčit MŠMT, aby dané šetření uspořádalo. Vždy přitom zdůrazňujeme, že nám nejde o to, jakkoli „nálepkovat“ či hodnotit školy podle podílu aprobovaných a neaprobovaných fyzikářů. Naším záměrem je, abychom mohli lépe a cíleně pomáhat právě i těm učitelům, k jejichž aprobačním fyzika nepatřila, ale kteří ji přesto učí. A jde nám i o plánování kroků, jak výuce fyziky na školách co nejlépe prospět. Znat dostatečně přesná data „z terénu“ je pro to jedním z důležitých předpokladů. Věřme, že se k patřičným číslům dříve či později – ale ne příliš pozdě – dobereme.

### Literatura

1. Dokumenty týkající se komunikace FPS JČMF s MŠMT ČR jsou uloženy v archivu Fyzikální Pedagogické společnosti. (Jde o neveřejné dokumenty; vážným zájemcům, zejména z řad členů FPS jsou však samozřejmě k dispozici k nahlédnutí.)
2. MŠMT ČR: *Statistická ročenka školství – Výkonové ukazatele 2016/17*. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/statistika-skolstvi/statisticka-rocenka-skolstvi-vykonove-ukazatele-2016-17>> [cit. 28. 4. 2017]
3. MOLLEROVÁ, M.: *Výuka fyziky na základních školách a aprobovanost učitelů fyziky ZŠ v Plzeňském a Karlovarském kraji*. Prezentace na konferenci *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8*.

### Kontaktní adresa

doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.  
Katedra didaktiky fyziky MFF UK Praha  
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8  
Telefon: +420 951 552 409  
E-mail: leos.dvorak@mff.cuni.cz

**DIDAKTIKA FYZIKY A JEJÍ POSTAVENÍ NA VYSOKÝCH ŠKOLÁCH V ČR – ÚVOD DO DISKUSE**

Leoš DVOŘÁK

**Abstrakt**

Příspěvek byl úvodem do diskuse v sekci věnované postavení didaktiky fyziky v ČR. Jeho ambicí nebylo poskytnout odpovědi, ale spíše nastiňovat otázky a pojmenovat problémy, které jsou pro nás jako didaktiky fyziky důležité. Mezi ně mohou patřit třeba následující: Jak je didaktika fyziky na našich pracovištích, tedy na VŠ připravujících učitele fyziky, vnímána a hodnocena? Jaké má postavení mezi ostatními obory? Jak jsme vnímáni a hodnoceni my, didaktikové fyziky? Jaké jsou na nás kladeny nároky? Jaké máme možnosti, od finančních přes publikační až po možnosti kariérního růstu? Jaké jsou naše perspektivy? Na všechny tyto otázky lze jistě dávat odpovědi různé, od depresivních až po opatrně optimistické. K české povaze často patří sklon vidět ty pesimističtější stránky situace; ovšem byť je důležité potíže neskryvat, stesky samotné nic nevyřeší. Proto – aniž bychom si chtěli nasazovat masku přehnaně pozitivního nadšení – cílem diskuse, do níž byl tento příspěvek úvodem, mělo být hledání cest, jak dál.

**DIDACTICS OF PHYSICS AND ITS POSITION AT UNIVERSITIES IN THE CZECH REPUBLIC – INTRODUCTION TO A FOLLOWING DISCUSSION****Abstract**

The talk was an introduction into a discussion in the section devoted to the position of didactics of physics in our country. The ambition of the talk was not to give answers, rather to outline some questions and address problems important for us, people working in the field of didactics of physics. Some examples of such questions and problems can include: How is didactics of physics perceived and valued at our departments at universities preparing physics teachers? What is its position among other disciplines? How are we, people working in didactics of physics, perceived and valued? What demands are placed on us? What are our possibilities and chances, concerning finances, publications and career growth? What are our perspectives? All these questions can surely be answered in different ways, from depressive to carefully optimistic. Czech people often incline to see the more pessimistic aspects of a situation. However, though it is important not to hide problems, just complaining cannot solve them. Therefore, though we don't want to wear a mask of a too positive enthusiasm, the aim of the discussion introduced by this talk was looking for ways how to go on.

**Úvod**

Některé otázky týkající se rozvoje didaktiky fyziky v ČR byly zmíněny již na poslední konferenci Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 7 v rámci diskuse o přípravě učitelů fyziky, viz [1]. Na „Moderních trendech 8“ se uskutečnila rozsáhlejší diskuse k této problematice. Následující text byl míněn jako příspěvek uvozující danou diskusi. Jeho cílem proto bylo zejména formulovat otázky a problémy do diskuse, nikoli navrhnout a precizovat odpovědi. Řada otázek ovšem přirozeně byla známých

a samozřejmých, protože i ty je podle mého názoru potřeba explicitě vyslovit. Některé z otázek možná mohou působit poněkud provokativně. I to bylo záměrem, protože myslím, že také tyto otázky jsou pro otevřenou diskusi třeba. Problémy bychom neměli zakrývat či zjemňovat, ale dostatečně výstižně pojmenovat.

Je vhodné zdůraznit, že tento příspěvek je spíše úvahou, resp. sledem úvah a jako takový je nezbytně do jisté míry subjektivní. Pro příspěvek, jenž má být úvodem do diskuse – která nemusí a patrně by ani neměla končit panelovou diskusí na „Moderních trendech 8“ – toto doufám není na závadu. Další diskuse v naší komunitě jistě mnohé otázky upřesní a přidá i další, protože dále uvedený souhrn otázek jistě není vyčerpávající.

Pojďme se tedy podívat na jednotlivé skupiny otázek. Začneme hned tematikou, která může znít trochu provokativně. Název příspěvku totiž akcentuje postavení didaktiky fyziky jako oboru, ovšem v neméně míře jde o postavení didaktiků fyziky. Jenže – kdo je vlastně didaktikem fyziky?

### Kdo je didaktikem fyziky?

Na otázku, kdo je didaktikem fyziky, se dá jistě odpovídat z řady pohledů, a osobně jsem si uvědomil, že podle některých kritérií k didaktikům fyziky patřím, podle jiných nikoli. Lze třeba říci, že didaktikem fyziky (resp. didaktičkou, dámy prominou, že zde budu užívat jen mužský rod) je ten (jen ten?), kdo:

- Má Ph.D. či CSc. v oboru didaktiky fyziky nebo je v tomto oboru habilitován či jmenován profesorem? (V tom případě bych didaktikem fyziky nebyl, jen „pouhým fyzikem“.)
- Je v příslušné profesní společnosti, tedy ve Fyzikální pedagogické společnosti JČMF? (Pak bych didaktikem fyziky byl, ale je tohle skutečně to pravé kritérium?)
- Vystudoval učitelství fyziky? (Tohle nesplňuji... ale už sem ty poznámky o mém plnění kritérií přestanu psát.)
- Je fyzik a popularizuje fyziku?
- Dělá výzkumy v didaktice fyziky?
- Jezdí na konference o didaktice fyziky?
- Píše vědecké články z oblasti fyzikálního vzdělávání?
- Je v příslušných komisích, redakčních radách apod.?
- Aktivně vylepšuje svou výuku fyziky?
- ... ?

Kritéria lze jistě doplňovat, zjemňovat a vylepšovat, ale již z výše nastíněných je asi zřejmé, že málokdo bude splňovat všechna. A zřejmě to ani není nutné. Asi je dobré přiznat si explicitě, že skupina didaktiků fyziky je „fuzzy množina“, že naše složení je pestré a mnohotvárné – a chápat tuto pestrost jako výhodu.

Pojďme se, i ve světle výše řečeného, podívat na další otázku: co je to vlastně didaktika fyziky.

### Co je didaktika fyziky?

Musím přiznat, že z různých definic, co je to fyzika, se mi asi nejvíc zamlouvá starý bonmot, že fyzika je to, co dělají fyzikové pozdě v noci. Podobně by se dalo říci, že didaktika fyziky je prostě to, co dělají didaktici fyziky.

Dobrá, asi se shodneme, že didaktici fyziky pěstují didaktiku fyziky. Co tedy roste na jejich zahrádce? Opět je toho řada a opět ji zde uvedeme trochu nesystematicky:

- Výzkumy a články,

- Postupy do výuky (metodiky, nejlépe „research-based“, tedy založené na výsledcích výzkumů),
- Pokusy a návody k nim (dnes už i ve formě videí),
- Výukové texty a učebnice (pokud možno také respektující výsledky didaktických a pedagogických výzkumů)
- Budoucí učitelé fyziky (a pomoc současným učitelům),
- Poznatky, zkušenosti, ...
- .... (doplňte podle vlastní zkušenosti a uvážení).

Opět je to pestrá směsice řady výsledků, postupů a prací – a to jsme jistě mnohé zapomněli, opravdu nám nešlo o vyčerpávající učebnicový výčet. A opět zřejmě bude vhodné tuto šíři spektra chápat jako výhodu, zachovat ji a rozvíjet.

### Místo a charakter didaktiky fyziky

Tato problematika je už zčásti diskutována ve [2], takže se jí můžeme dotknout jen stručně. Přesto je dobré zdůraznit alespoň dvě základní otázky:

#### **Kam patří didaktika fyziky?**

Pod fyziku? Nebo pod pedagogicko-psychologické disciplíny? Otázka je to zdánlivě akademická, ale ovlivňuje například charakter prací a publikací a souvisí i s možnostmi kariérního růstu. Zřejmě se shodneme, že didaktika fyziky má alespoň zčásti mezioborový charakter – a jako mnohé mezioborové disciplíny to tudíž občas nemá úplně jednoduché.

#### **Co je hlavním úkolem, resp. zaměřením didaktiky fyziky?**

Takto formulována zní otázka až provokativně triviálně. Laik může mít dojem, že odpověď na ni by měla být na prvních stránkách příslušných učebnic. Ale co je tedy reálně v praxi hlavním úkolem didaktiky fyziky? Co za svůj hlavní úkol považujeme my, didaktici fyziky?

Je to výzkum? A jaký? Základní? Aplikovaný? Akční? ... (Doplňte vlastní jemnější dělení dle libosti.)

Je to vývoj? A čeho? Metodických postupů? Učebních materiálů? Pokusů? Využití ICT? Inovací kurikula? ... (Doplňování se opět meze nekladou.)

Je to ovlivňování výuky na školách? (A jak?) Patří sem i ovlivňování vzdělávací politiky? A na jakých úrovních?

Je to příprava učitelů fyziky? A/nebo pomoc stávajícím učitelům fyziky? (Opět můžete doplňovat a rozvíjet detaily.)

Opět, jako už v dřívějších úvahách, je zřejmá pestrost a šíře našeho oboru a patrně se shodneme na tom, že všechny uvedené aspekty, resp. úkoly k didaktice fyziky patří a mají v ní své místo. Ideální zřejmě je, pokud se vzájemně doplňují a obohacují. Separovat je či některé vylučovat, by asi nebylo to pravé. Dělat například jen výzkum odtržený od praxe by sice mohlo přinášet RIVové či jiné body (a čest a sláva těm, kteří dokážou výzkum dělat vysoce kvalitně a publikovat jeho výsledky na mezinárodní úrovni), ale přece jen, rádi bychom, aby se výsledky nějak promítly do zlepšení výuky na školách. Naopak, vývoj, který by zcela ignoroval výzkum a zakládal se jen na „intuici“ a dílčích zkušenostech, může samozřejmě přinášet užitečné pomůcky, pokusy, učební materiály a metodiky (a opět – čest a sláva těm, kdo to umí tak, že výsledné materiály v praxi skutečně fungují a mohou je s úspěchem užívat i jiní lidé, než jejich autor); ale přece jen, bylo by škoda nevyužít při vývoji toho, co už výzkum zjistil.

Podobně je tomu s ostatními aspekty a úkoly. Můžeme asi shrnout, že tím správným logickým operátorem propojujícím dané úkoly a zaměření nemá být OR (tím spíše ne XOR), ale AND. ☺ Konec konců, rozsah úkolů a zaměření je v souladu s širší spektra lidí, kteří se didaktice fyziky věnují: Každý má šanci najít si ten „kousek zahrádky“, který mu bude nejlépe vyhovovat, poučit se a těšit z květů, které kultivují ostatní – a společně pak můžeme celou širší sortimentu nabízet všem ostatním a ti z ní mohou profitovat.<sup>1</sup>

### Jak nás kdo hodnotí

Otázka o postavení didaktiky, resp. didaktiků fyziky úzce souvisí s tím, jak nás a náš obor hodnotí kolegové. Na fakultách vzdělávajících učitele fyziky může jít o pohled kolegů z jiných oborů a o pohled vedení fakulty. Můžeme se tedy ptát:

#### Jak se na nás dívají, co o nás říkají?

A kdo? Konkrétně fyzici, pedagogové (a psychologové a obecní didaktici) a v neposlední řadě vedení fakult. Zde evidentně jde o problém „malých oborů“ a „oborů mezi obory“. Že nejde o problematiku jednoduchou, svědčila již řada dřívějších diskusí. Zřejmě přitom nejde jen o specifikum naší republiky – alespoň pokud se týče situace před určitou dobou, o tom svědčí článek [3]. K námitkám, které občas zaznívají, že didaktika fyziky, resp. výzkumy v oblasti vzdělávání nejsou „tvrdá věda“, tedy že nejsou dostatečně náročné, lze uvést zajímavý protipól, viz [4]; ovšem jedním článkem asi kolegy nepřesvědčíme. Možná bude užitečnější otázky týkající se hodnocení a pohledů zvětšit konkretizovat. Takže:

#### Za co nás kolegové (a vedení fakult) oceňují?

Za přípravu učitelů? Za kontakt s učiteli a se školami? Za propagační aktivity? Za rozvoj moderních forem výuky? Za výzkumy v oblasti didaktiky fyziky? Za co dalšího? Samozřejmě bychom mohli doplnit další otázky: O kterých formách a aspektech naší činnosti dostatečně vědí? Dokážeme se tím, co se nám daří, dostatečně pochlubit? (A je tu známý problém poloprázdné a poloplné láhve: Když nás někteří oceňují a někteří ne, jak to vnímáme my sami?) A další otázky:

**Jak nás oceňují?** Jistě, dávný bonmot tvrdí, že nejlepší odměnou je úsměv vedoucího, ovšem jen s tím se vždy nevystačí. Krom otázek po ocenění je samozřejmě relevantní se ptát také: **Za co nás kritizují?** Stejně důležité, či možná ještě důležitější pak jsou otázky: **Co po nás chtějí? Co od nás očekávají?** Právě na ně by asi bylo vhodné hledat odpovědi v diskusích na odpovídajících úrovních.

Pojďme otázku po „vnějším hodnocení“ ještě trochu zobecnit a vztáhnout na celý obor, tedy na didaktiku fyziky. Pojďme se tedy zeptat:

### Je náš obor uznávaný a respektovaný?

Základní otázka, kterou můžeme položit, byla formálně vyřešena již před léty, ale s trochou provokativnosti se můžeme ptát, jak je tomu v realitě, v praxi, v očích kolegů z jiných oborů:

<sup>1</sup> Omlouvám se za možná až příliš rozvinutou „zahrádkářskou metaforu“. Ač sám nejsem v žádném případě zahrádkář, nějak mi tu přišla vhodná. Pokud se některým čtenářům zdá neadekvátní či trochu příliš přitažená za vlasy, snad je uspokojí, že jsem se v dané metafoře snažil alespoň trochu držet zkrátka. Například jsem nepoužil myšlenku, že můžeme, jako na farmářských trzích, nabízet sortiment „od růží po hlávky zelí“; nenapadlo mě, která část didaktiky fyziky by odpovídala růžím a která zelí... ☺



### **Je didaktika fyziky uznávána jako svébytný obor?**

Konkrétněji: Je chápána důležitost tohoto oboru? Je tento obor uznáván jako „dostatečně náročný“? Nebo je brán jako příliš „soft obor“? (Viz již výše zmíněné články [3, 4].) Je chápán a respektován význam didaktiky fyziky v přípravě učitelů fyziky? Jak se to projevuje? S tím souvisí i již výše naznačená otázka:

### **Jak prezentujeme nás a náš obor?**

Dílčí otázky mohou zahrnovat: Jak se prezentujeme na mezinárodní úrovni? Jak je tomu v ČR? Jak se prezentujeme vůči fyzikům, pedagogům, rozhodovací sféře, ...?

### **Pragmatické, ale důležité otázky**

Další skupina problémů zahrnuje otázky povýtce pragmatické. Nicméně právě ony se dotýkají jak každodenního běhu věcí, tak toho, jak jsme hodnoceni a jak se nám pracuje. Můžeme je pracovně rozdělit do několika oblastí. Popíšeme je zde velmi stručně, místy vlastně jen heslovitě, ale nebudou proto méně palčivé či méně „úderné“.

### **Publikace (aneb „publish or perish“)**

Kde můžeme/máme/měli bychom publikovat? Přece jen náš obor není jen „celosvětovou soutěží“, jak je tomu ve fyzice, ale je vázán i na konkrétní vzdělávací realitu u nás a měl by jí pomáhat. Takže i české publikace by měly mít svou váhu. Jsou ale doceňovány? Za co jsme vlastně hodnoceni? A jak? (Jde jen a jen o RIVové body?)

V publikační činnosti bychom měli mít (a prosazovat) vysoké, ale přitom reálné nároky na kvantitu i kvalitu. Nebylo by přitom zřejmě dobře, kdyby kvantita měla navrch nad kvalitou. A oproti formální kvalitě je třeba dávat důraz na kvalitu skutečnou.

### **Kariérní růst**

Týká se získávání hodností Ph.D., ale také habilitačních a jmenovacích řízení. Jaké jsou zde nároky a kritéria? Jsou adekvátní našemu oboru? Nepřevládají formální požadavky nad tím, co je skutečně podstatné pro náš obor? Všechny tyto otázky jsou důležité například pro akreditace ale i z řady dalších důvodů.

### **Materiální zdroje a zázemí**

Jaké máme k dispozici prostory? Máme dost pracovních míst? Jak je to s dostupností časopisů, knih, přístrojů, pomůcek, počítačů, softwaru? A jaké máme finanční zdroje? (Zmiňujeme je tu na posledním místě, ale fakticky nakonec ovlivňují vše výše uvedené.)

### **„Lidské zdroje“ (= lidé)**

Termín „lidské zdroje“ zní velice chladně a otažitě. Přitom jde prostě o lidi – a k lidem by se didaktika měla vztahovat zcela samozřejmě, vždyť neučíme roboty a učitelství patří mezi pomáhající profese. Nejde tedy jen o „pracovní sílu“ nezbytnou pro „běh oboru“, ale i o rozvoj každého z nás, příležitosti pro tento rozvoj, o dobrou atmosféru na našich pracovištích, obranu proti vyhoření, o sdílení zkušeností, vzájemnou inspiraci, o to, aby nám naše práce byla radostí a aby tak tomu bylo i v dalších generacích.

S uvedeným obecnějším pohledem přirozeně opět souvisejí otázky i ryze pragmatické. Máme na našich pracovištích dost pracovníků v oboru didaktika fyziky? Jaká je věková struktura našich pracovišť? Jsme dostatečně „otitulováni“? (Viz výše problematika kariérního růstu.) Máme dost mladých didaktiků fyziky, probíhá přirozená generační obměna? Spolupracujeme dostatečně, jak v rámci naší země, tak na mezinárodní úrovni?

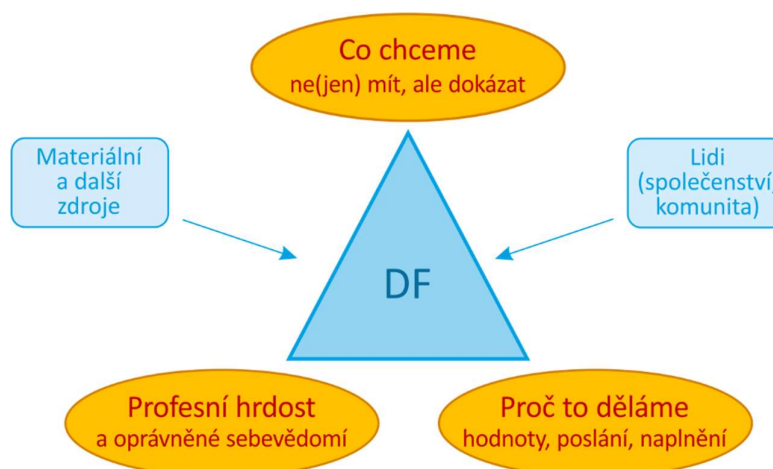
Osobně jsem přesvědčen, že naší velkou výhodou je, jak ostatně znovu ukázala i konference „Moderní trendy 8“, že u nás máme fungující celostátní komunitu didaktiků

fyziky. Ta přirozeně nevzniká a neudrží se jen sama od sebe, takže bude dobře, když o její další rozvoj budeme (řadou konkrétních i zcela pragmatických kroků) nadále pečovat.

### Závěr: Co je důležité pro další rozvoj?

Pro další rozvoj našeho oboru je samozřejmě potřebná řada věcí zmíněných výše. Možná je ale dobře povznést se trochu nad ryze pragmatickou úroveň a zamyslet se i nad hodně obecnými aspekty toho, co didaktika fyziky potřebuje, co je pro ni a pro její další rozvoj klíčové.

Omlouvám se, pokud následující „schéma“ bude na někoho působit trochu nadneseně. Snad si ale mohu dovolit nabídnout poněkud osobní pohled na to, co mi při přípravě tohoto příspěvku přišlo pro rozvoj didaktiky fyziky jako klíčové. Jako základy, které bychom neměli pominout. Chcete-li to vyjádřit vzletněji, jako úběžníky, ke kterým bychom se měli vztahovat. Neboli, vyjádřeno méně vzletně ale konkrétněji, věci, které stojí za to si občas připomenout. Zde jsou:



Samozřejmě, vůči libovolnému schématu lze mít řadu výhrad. Například, proč se omezovat jen na triádu či trojúhelník. Nebo námitku, že jde o schéma příliš obecné, že jde jen o pohled „s hlavou v oblacích“. Didaktikům *fyziky* však snad není třeba zdůrazňovat, že současně je třeba stát oběma nohama pevně na zemi a uvědomovat si a řešit řadu praktických otázek a problémů, včetně zcela přízemních. (Třeba „jak zajistit kariéru na našem pracovišti“, „jak to, že mám v přednášce takové zpoždění a co s tím udělám“ nebo „kam jsem dal ten křížový šroubovák“.) Tyto konkrétní věci samozřejmě všichni denně s větším či menším úspěchem řešíme. Obecnějším pohledem jsem chtěl připomenout něco, co si samozřejmě všichni uvědomujeme, ale pro přemíru konkrétních povinností na to často nenajdeme sílu a čas: Že kromě stromů je potřeba vidět také les. Že krom toho, že stojíme oběma nohama na zemi, bychom pod tíží problémů neměli klesnout na všechny čtyři. (Pardon, jasně že se to občas stane, ale je potřeba se zase zvednout.) A že kromě nohou na zemi, ba občas v blátě, je dobře také zvednout hlavu k nebesům. Konec konců, i tvary oblaků mohou být inspirující...

Pokud jste se tímto metaforami zatíženým závěrem propracovali až sem, přeji vám na další cestu rozvoje didaktiky fyziky dobré boty (viz [5]) a také dobrý zrak (případně dobré brýle) pro pohledy do dálky.

### Literatura

1. DVOŘÁK, L. Příprava učitelů fyziky v ČR – úvod do diskuse o stávajícím stavu a možnostech budoucího vývoje. In: Sborník z konference Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 7. (Deset let zkušeností s realizací RVP ve výuce.) Editor: M. Randa. Vydavatelství ZČU, Plzeň, 2016. ISBN 978-80-261-0531-2. s. 27–37.
2. DVOŘÁK, L., KEKULE, M., ŽÁK, V. Didaktika fyziky včera, dnes a zítra. Kapitola v knize STUHLÍKOVÁ, I., JANÍK, T. et. al. Oborové didaktiky: vývoj – stav – perspektivy. 1.vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2015. 469 s. ISBN 978-80210-7769-0.
3. VOLLMER, M. Physics teacher training and research in physics education: results of an inquiry by the European Physical Society. Eur. J. Phys. 24 (2003) 131–147.
4. BERLINER, D.C. Educational Research: The Hardest Science of All. Educational Researcher 31 (2002) 8, pp. 18–20.
5. Čelakovský, F.L. Oblas písni českých. (Konkrétně báseň Pocestný. Je dostupná online na řadě míst; stačí hledat začátek úvodního verše „*Je to chůze po tom světě – co se noha šine*“ nebo text „*Ej, co já dbám na té cestě na psoty a sloty, jen když já mám zdravé nohy, k tomu dobré boty*“.)

### Kontaktní adresa

doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.  
Katedra didaktiky fyziky MFF UK Praha  
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8  
Telefon: +420 951 552 409  
E-mail: leos.dvorak@mff.cuni.cz

### TANDEMY A CO Z NICH VZEŠLO ANEŽ ŠANCE A RIZIKA PÁROVÉ VÝUKY

Irena DVOŘÁKOVÁ

#### Abstrakt

Tandemová či párová výuka<sup>2</sup> se stává v současné době tak trochu módou, je zařazena i v poslední výzvě MŠMT v rámci šablon pro OPVVV. Málokdo ji však sám zažil, takže si špatně dovede představit, jaké výhody, ale i rizika tandemová výuka do práce učitele přináší. Ve svém příspěvku bych se chtěla podělit o své zkušenosti z několika let realizace tandemové výuky při výuce na ZŠ v rámci projektu Elixír do škol a v rámci průběžné pedagogické praxe na MFF UK.

#### TANDEMS AND WHAT HAS ARISEN FROM THEM OR THE BENEFITS AND THE RISKS OF THE PAIRED TEACHING

#### Abstract

Tandem or paired teaching is nowadays becoming fashionable and is even included in the last call of the MŠMT within the framework of the OPVVV templates. However, few teachers have experienced it, so they cannot imagine what benefits but also risks the tandem teaching brings to the teacher's work. In my contribution, I would like to share my experience of several years with tandem teaching at Elementary School as part of the Elixir School project and as part of continuous teaching practice at the MFF UK.

#### Okénko do historie

Koncem roku 2012 byla Českou spořitelnou založena Nadace Depositum Bonum, jejíž úlohou bylo hledat cesty ke zlepšení výuky přírodovědných a technických předmětů na základních školách. Vlajkový projekt Nadace byl nazván Elixír do škol. V jeho rámci jsou jednak podporováni učitelé v praxi, kteří mají možnost jedenkrát měsíčně navštěvovat **Regionální centra**, která jsou zřízena v 21 místech ČR. Účastníci na setkáních vyrábějí různé pomůcky, experimentují, sdílejí svoje radosti i starosti z výuky fyziky [1].

Druhou aktivitou projektu, která byla postupně realizována, byly **Tandemy**. Od září 2013 učili jeden den v týdnu studenti odborné fyziky v páru s učitelem. Studenti se rekrutovali z řad magistrů a doktorandů nejrůznějších fyzikálních a technických oborů (např.: nanotechnologie, jaderná fyzika, elektrotechnika) na vysokých školách, většinou bez pedagogického vzdělání. Projekt běžel na 6 základních školách a 3 víceletých gymnáziích v Praze, Brně, Ostravě a Olomouci. Po roce fungování jsme zjistili, že tandemová výuka skutečně zkvalitnila výuku fyziky (viz dále).

Já jsem během prvního roku měla jako „tandemistu“ svého studenta, tehdy studenta 3. ročníku bakalářského studia učitelství M-F. Viděla jsem na něm, jak výrazný posun v jeho učitelských dovednostech tato dlouhodobá praxe způsobila, a proto jsem navrhla, aby během následujícího školního roku byli do projektu zařazeni studenti 1. ročníku

<sup>2</sup>Termíny *tandemová* a *párová* výuka považuji ve svém příspěvku za rovnocenné.

navazujícího magisterského studia učitelství fyziky na MFF UK. Od září 2014 tak do programu Tandemy nastoupilo navíc 9 studentů 1. ročníku NMGr. studia učitelství fyziky. Ve školním roce 2014/15 tedy běžely oba typy tandemové výuky, ve které studenti spolu s učiteli na školách učili vždy jeden den v týdnu.

Na konci školního roku 2014/15 skončila podpora Nadace a projekt Tandemy byl z finančních důvodů ukončen. Na Matematicko-fyzikální fakultě UK však byla od školního roku 2015/16 do studijního plánu studentů 1. ročníku NMGr. studia zařazena průběžná praxe, ve které jsou některé prvky tandemové výuky zachovány.

### Co z Tandemů vzešlo

V rámci projektu Tandemy si lidé v Nadaci Depositum Bonum ověřili, jak vysokou přidanou hodnotu má pro budoucí učitele dlouhodobá reflektovaná praxe ve školách a co jsou některé z klíčových problémů, se kterými se potýkají budoucí i stávající učitelé. Od léta 2015 pak byl projekt Tandemy postupně převeden do dalšího pilotního projektu **Učitel naživo**. Jedná se o unikátní jednoletý výcvik studentů s intenzivní praxí na školách, jenž pilotně běží od září 2016. Trénink je zaměřený na rozvoj osobnosti pedagoga, schopnost vytvářet a udržovat vztahy založené na důvěře a respektu, pedagogiku orientovanou na dítě a reflektivní dovednosti. Učitel naživo vzniká v rámci laboratoře, jejímž cílem je vyvíjet inovativní učitelské kvalifikační programy, pilotně je testovat a poskytovat dál dalším vzdělávacím institucím jako know-how. Na jaře 2017 byla otevřena registrace zájemců do dalšího ročníku tohoto projektu [2].

Kromě tohoto velkého projektu, který má ambice změnit přípravu budoucích učitelů v širším měřítku, však projekt Tandemy změnil i výuku zapojených učitelů. Na Základní škole Ratibořická se paní učitelka Burešová inspirovala zkušenostmi z projektu a po jeho oficiálním ukončení začala s vlastním projektem **Malé tandemy**, ve kterém žáci vyšších ročníků připravují experimenty a další aktivity pro žáky na prvním stupni [3].

Velmi dobré zkušenosti z tandemové výuky zřejmě vedly MŠMT k vypsání jedné z šablon v rámci výzvy č. 02\_16\_022 a č. 02\_16\_023. Tato šablona je nazvána **Tandemová výuka na ZŠ** a jejím cílem je prohloubit spolupráci pedagogických pracovníků základních škol (a budoucích pedagogů) v oblasti podpory společného vzdělávání [4]. Věřím, že se díky této iniciativě bude princip tandemové výuky ve školách úspěšně rozvíjet.

### Charakter tandemové výuky

Základní princip tohoto stylu výuky je v tom, že jsou ve třídě přítomni dva vyučující. Nejedná se tedy o výuku s asistentem, kterou znají mnozí učitelé, kteří učí integrovaného žáka. Asistent se obvykle věnuje jednomu nebo několika málo žákům dle pokynů učitele, do práce celé třídy zpravidla nezasahuje, výuku jednoznačně vede učitel.

Nejedná se ani o výuku praktikanta, kdy učitel sedí vzadu ve třídě a (více či méně pozorně) sleduje, jak si se třídou poradí student učitelství, který je ve škole na praxi.

Jak už jsem zmínila výše, při párové výuce skutečně učí oba vyučující. Na základě toho, jak si předem připravili hodinu, tak si střídají role. Uvádím zde pouze několik příkladů organizace hodiny při párové výuce. Učitel může například vést výklad, mezi tím si student<sup>3</sup> připraví experimenty, které ve vhodnou chvíli žákům ukáže. Student si ale také může připravit výklad nějakého zajímavého tématu a vést výuku sám, s případnými komentáři učitele. Při skupinové práci mohou oba dva procházet třídou a sledovat práci

<sup>3</sup> Uvádím zde svoje zkušenosti, používám tedy pro druhého učitele slovo student. Párovou výuku je však možné realizovat i v případě dvou učitelů s podobným vzděláním i zkušenostmi.

všech skupin. V situaci, kdy učitel potřebuje intenzivně pracovat s několika žáky (například při uzavírání klasifikace), je možné zbytek třídy přenechat tandemistovi, který s nimi může řešit jiné úkoly. Častá je situace, kdy žáci něco počítají, a učitel zjistí, že některý žák má s úlohou problém. Obvykle však nemá čas se tomuto žákovi individuálně věnovat. Pokud má ve třídě studenta, tak ho může požádat, aby tomuto žákovi úlohu ještě jednou vysvětlil, a on sám může mezitím dál pracovat s celou třídou. Běžný život školy ale přináší i mnoho dalších situací, kdy je možné a smysluplné práci tandemisty využít.

Významným bonusem pro oba vyučující v tandemu je možnost využití nějaké formy mentorské podpory. Pokud je na dané škole mentoring jako vzájemná profesní podpora učitelů rozvíjen, je možné požádat mentora, aby se (v případě nějakého problému) na společnou hodinu přišel podívat a pomohl najít klíčové body k jeho řešení.

### Výhody tandemové výuky

Obrovský význam má dobře vedená párová výuka **pro žáky**. Umožňuje mnohem větší individualizaci práce, na každého žáka mají vyučující více času. Tím, že žáci mají možnost požádat o pomoc studenta, dostávají vysvětlení problému jinak, jiným jazykem, než to říkal učitel. Tento typ výuky vede také k větší pestrosti hodin, do hodin je obvykle zařazováno více experimentů než při běžné výuce. Při evaluaci projektu nás poměrně překvapilo, že žáci na tandemové výuce oceňovali také to, že mohou pozorovat spolupráci dvou dospělých lidí, jejich diskuze, řešení problematických situací apod. Zřejmě mnoho žáků nevyrostá v úplné rodině, setkávají se tedy i doma i ve škole pouze s jedním dospělým.

Žáci velmi oceňovali tandemovou výuku. Na konci prvního roku většina žáků hodnotila tandemovou výuku jako velmi dobrou nebo vynikající (dohromady 69 %). Pouze 2 % označilo tandemovou výuku za špatnou. 75 % žáků by spíše nebo rozhodně doporučilo tandemovou výuku, 73 % žáků ji považovalo za spíše nebo výrazně lepší než klasickou formu, 79 % žáků by chtělo, aby tandemová výuka pokračovala i příští rok [5].

**Pro studenty** je možnost trávit jeden den v týdnu ve škole zkušeností k nezaplacení. Je to pro ně dlouhodobý trénink „kantorských dovedností“. Mají možnost sledovat práci zkušeného učitele, společně s ním plánovat a reflektovat výuku a v bezpečném prostředí (s učitelem „za zády“) si zkusit učit samostatně. Učí se komunikovat se žáky, mohou sledovat vývoj jednotlivých žáků. Často také studenti navazují bližší, otevřenější vztahy se žáky, než se obvykle daří učitelům.

**Učiteli** přináší tandemová výuka nové nápady do výuky, nové experimenty, oživení vlastní práce. Na třídu není sám, má parťáka, skutečného *spolu-pracovníka*. Má také větší přehled nad třídou, lépe se zvládají i případné kázeňské problémy. Je možnost jednoduše rozdělit třídu na dvě skupiny, kdy každá dělá něco jiného, snazší je i suplování v případě onemocnění učitele.

### Rizika tandemové výuky

Tandemová výuka však přináší i rizika. Základní podmínkou pro to, aby vůbec mohla práce v páru úspěšně probíhat, je vzájemná kompatibilita obou účastníků. Je nezbytně nutné, aby si „sedli“ jako lidé, aby měli podobný žebříček hodnot i podobný styl práce se žáky. Těžko budou spolupracovat lidé, z nichž jeden bude vyznávat volnou výchovu, a druhý bude od žáků vyžadovat neustále klidnou a soustředěnou práci dle pokynů vyučujícího.

Nezanedbatelným rizikem, kterého by si hlavně učitelé měli být vědomi, je nutnost pustit druhého dospělého do třídy. Na seminářích se často setkávám s tím, že i zkušení

učitelé mají obavy, když mají kolegům předvést modelovou hodinu, ukázkou své výuky. Jejich strach z toho, že je budou kolegové hodnotit, že uvidí jejich případné nedostatky, bývá velký.

Učitel musí také přijmout a hlavně respektovat, že student do výuky nepřichází jako „podržtaška“, technik, asistent, ale jako možná méně zkušený, ale přesto kolega.

Tento způsob výuky samozřejmě předpokládá, že si oba vyučující najdou čas na přípravu a na reflexi hodiny. Společná příprava hodiny zabere výrazně víc času, než když si učitel připravuje výuku sám. Je nutné brát v úvahu i to, že při dvouhodinové týdenní dotaci předmětu je zpravidla v jedné hodině v dané třídě učitel sám, následující hodinu pracuje v tandemu, další hodinu učí opět sám atd.

Pro studenta, který plní současně studijní povinnosti na fakultě, může být tandemová výuka poměrně velkou časovou i psychickou zátěží. Měl by si toho být vědom a svůj studijní plán tomu přizpůsobit. Za samozřejmě považuji to, že škola v případě nutných studijních povinností studenta z tandemové výuky omluví a umožní mu například složit zkoušku, i když je její termín vypsán v den, kdy má být student ve škole.

Rizikem, které není tak zřejmé, může však výrazně poznamenat efektivitu tandemové výuky, je paradoxně právě to, že má učitel více času při hodině, nemusí se sám tolik věnovat přípravě a provádění experimentů atd. Hrozí totiž nebezpečí, že oba vyučující sice mají pocit, že hodina velmi dobře běží, nejsou žádné prostoje, avšak přitom „uštvou“ děti. I při párové výuce je nezbytně nutné držet dynamiku hodiny, dát žákům chvíli oddechu, nechat je zažít to, co dělají.

### Závěr

Po třech letech, kdy jsem měla možnost pracovat v tandemu se studentem či studentkou, mohu říci, že je to práce náročná, která však přináší skutečné obohacení výuky. Učitelům i studentům, kteří o tandemové výuce uvažují, bych doporučila zvážit všechna rizika, a pokud se jich nebojí, tak do toho jít. Má to smysl.

### Literatura

1. REGIONÁLNÍ CENTRA. Dostupné na <<http://www.nadacedb.cz/centra>> [cit. 12. 5. 2017]
2. UČITEL NAŽIVO. Dostupné na <<http://www.ucitelnazivo.cz/>> [cit. 12. 5. 2017]
3. ELIXÍR DO ŠKOL na ZŠ Ratibořická. Dostupné na <<http://www.zs-hp.cz/>> [cit. 12. 5. 2017]
4. VÝZVY Č. 02\_16\_022 A Č. 02\_16\_023 PODPORA ŠKOL FORMOU PROJEKTŮ ZJEDNODUŠENÉHO VYKAZOVÁNÍ – ŠABLONY PRO MŠ A ZŠ I. Dostupné na <<http://www.msmt.cz/strukturalni-fondy-1/vyzvy-c-02-16-022-a-c-02-16-023-podpora-skol-formou-projektu>> [cit. 12. 5. 2017]
5. ELIXÍR DO ŠKOL, 1. rok projektu, závěrečná zpráva. Dostupné na <[http://www.nadacedb.cz/images/download/ELIXIR\\_ZZ\\_final\\_web.pdf](http://www.nadacedb.cz/images/download/ELIXIR_ZZ_final_web.pdf)>

### Kontaktní adresa

RNDr. Irena Dvořáková, Ph.D.  
Katedra didaktiky fyziky MFF UK, V Holešovičkách 2, Praha 8  
Telefon: +420 951 552 412  
E-mail: irena.dvorakova@mff.cuni.cz

### VÝROBA POMŮCEK PRO GEOMETRICKOU OPTIKU 3D TISKEM

Karel HAVLÍČEK, Matěj RYSTON

#### Abstrakt

Čtenáři tohoto příspěvku budou seznámeni s námi vyvinutou demonstrační optickou sadou na magnetickou tabuli. Výroba této sady je z velké části založena na technologii 3D-tisku. Naše sada je relativně levnou a funkční variantou ke komerčním optickým sadám, kterou si po nakoupení několika komponent může učitel s přístupem k 3D tiskárně vyrobit sám. Všechny potřebné soubory a návody jsou volně přístupné a šířitelné pod otevřenou licenci.

#### 3D PRINTABLE SET FOR TEACHING GEOMETRICAL OPTICS

#### Abstract

Readers of this article will be briefed on the demonstrational set for geometric optics we have developed. This set is magnetic, modular, its construction relies heavily on 3D printing and when compared to commercially available sets its manufacturing cost is low. Our entire work is open hardware under creative commons license and therefore all anyone needs to create this set is a 3D printer, few buyable components and to follow our manufacturing manual.

#### Proč další optická sada a proč 3D tisk?

Jakou může mít člověk motivaci pro tvorbu další sady pro výuku geometrické optiky? Pro mě a mého kolegu to byly důvody finanční. Ač oba vyučujeme fyziku, ani jeden z nás jsme rozumnou sadu pro výuku paprskové optiky nevlastnili a při jejich cenách jsme si je nemohli dovolit pořídit. Jistým řešením by byla tvorba pomůcek podle návodů Mgr. Václava Piskače [1]. Tyto jsou cenově velmi dostupné a relativně snadno vyrobitelné, avšak jde o žákovskou sadu. Naší touhou bylo vlastnit sadu demonstrační, použitelnou pro experimenty dobře viditelné z celé učebny. To pro nás znamenalo pomůcky přichycené na tabuli, velké a jasně viditelné i z dálky. Vzhledem k tomu, že se na naší katedře věnujeme 3D tisku, rozhodli jsme se této technologii využít pro zjednodušení a zkvalitnění výrobního procesu naší sady. 3D tisk totiž umožňuje vyrábět poměrně přesně objekty téměř libovolného a případně i sériovou výrobu komponent. Navíc tato metoda umožňuje snadnou reprodukci již vyvinutého postupu, a tak jsme se rozhodli hotové modely uveřejnit spolu s kompletním postupem výroby, aby si kdokoliv další s přístupem k 3D tiskárně mohl sadu také pořídit.

#### Komponenty

Sada se skládá z několika různých dílů, které je možné vyrábět postupně a nezávisle na sobě. Je tak možné si sadu postupně vylepšovat a rozšiřovat. Všechny komponenty jsou na tabuli přichyceny několika neodymovými magnety a podlepeny semišem. Díky tomu díly drží svou pozici na tabuli, ale je možné je velice lehce po tabuli posouvat bez



nutnosti je odtrhnout a pak následně opět přichytit. Následuje výčet všech momentálně otestovaných a zveřejněných komponent<sup>4</sup>:

- Laserový zdroj
- Rovinné zrcadlo
- Duté zrcadlo s poloměrem křivosti 0,5 m
- Vypuklé zrcadlo s poloměrem křivosti 0,5 m
- Řez spojkou 4D a 2D
- Řez rozptylkou 4D a 2D
- Model planparalelní vrstvy
- Optický hranol
- Libela (vodováha s úhломěrem)

**Laserový zdroj** je středobodem celé soustavy, a ač je do jisté míry nahraditelný laserovým ukazovátkem, náš modul výuku výrazně usnadňuje. Laser je napájen Li-Iontovou baterií s možností nabíjení přes microUSB konektor a je tedy bezdrátový. Vychází z něj laserový pruh o dostatečné intenzitě, díky němuž je možno pozorovat na tabuli celou dráhu paprsku najednou. Konstrukce zdroje vyžaduje po zájemci, aby si byl schopen vyrobit nebo objednat výrobu tištěného spoje, dále nákup několika komponent (baterie, nabíjecí integrovaný obvod, laserová dioda, ...), 3D tisk krabice a pak již jen běžnou montáž jako u následujících komponent.

Výroba **zrcadel** je ze všech komponent nejjednodušší. Díl se vytiskne, osadí magnety a polepí samolepicí zrcadlovou tapetou a semišem. Všechna zrcadla mají navíc výčnělek pro nasazení libely pro kontrolu úhlu natočení vůči vodorovné ose. Kulová zrcadla jsou segmenty z příslušného velkého zrcadla s poloměrem 0,5 m. Navazují na sebe a lze je tedy skládat do větších kulových zrcadel.

**Moduly čoček** jsou zvětšenými bočními řezy příslušných optických prvků. Jako ostatní komponenty drží magneticky na tabuli a mají index lomu velice podobný indexu běžného skla. Jejich výroba se skládá z 3D tisku příslušného pozitivu čočky, odlití silikonové formy a následného vylití průhlednou dvousložkovou pryskyřicí. Volitelným technologickým krokem je vakuové odsávání bublin ze směsi pomocí vývěvy či sady pro vakuování potravin. Zmenšením počtu bublin v odlitém prvku se výrazně sníží rozptyl laserového paprsku. Stejně postupujeme i při výrobě **planparalelní vrstvy** a **optického hranolu**. Ty se hodí pro demonstraci lomu světla, totálního odrazu a principu optického vlákna.

**Libelou** rozumíme otočný úhломěr s vsazenou vodováhou umožňující natočení všech komponent o předem zvolený úhel vůči vodorovné ose, která většinou slouží jako hlavní optická osa. Je tak možno provádět i přibližné kvantitativní demonstrace.

### Zkušenosti z výuky

Sada byla zatím vyzkoušena v praktikách Katedry didaktiky fyziky na MFF UK, na jedné střední škole a dvěma učiteli na jedné škole základní. Prozatímní odezva je veskrze pozitivní. Sada je jednoduše obsluhovatelná, nevyžaduje úplné zatemnění místnosti, což umožňuje její použití i v běžných učebnách a je poměrně čitelná pro žáky. Větší rozměry komponent, větší intenzita paprsku a přichycení sady na tabuli navíc zajišťuje slušnou viditelnou experimentů bez nutnosti upravovat rozmístění studentů v místnosti a zajišťuje tak plynulý přechod mezi výkladem u tabule a experimentem. Dalším dílčím efektem

<sup>4</sup> Fotografie jednotlivých komponent naleznete na webové stránce věnované optické sadě [2].

způsobeným novostí a povahou vzniku těchto objektů (3D-vytištěné komponenty) byla větší motivovanost studentů.

### Návody

Naše sada je volně šiřitelná pod licencí Creative Commons. Jedná se o tzv. otevřený hardware, všechny modely uveřejněny spolu s návody, jak příslušné díly vytisknout a zkonstruovat. Návody jsou do značné míry fotografické a jejich podoba se bude s největší pravděpodobností dále vyvíjet podle toho, jak bude zdokonalována jejich metodika nebo jak budou modifikovány či přidávány jednotlivé komponenty. Vše výše zmíněné je k naleznutí na internetových stránkách Katedry didaktiky fyziky na adrese [2].

### Slovo závěrem

V době, kdy je psán tento příspěvek, je naše demonstrační sada v podobě, kterou považujeme za funkční, nikoliv za finální. Je tedy možné, že se bude dále proměňovat a vylepšovat. To bohužel záleží na našich časových možnostech. Již nyní jde ovšem o funkční celek splňující cíle, které jsme si zadali, a proto jej takto zveřejňujeme. Sada je šířena pod licencí **Creative Commons** *uvedte původ-Neužívejte dílo komerčně-Zachovejte licenci 4.0 Mezinárodní Licence* (více na [3]). Proto všechny čtenáře zveme, aby si ji postavili a vyzkoušeli či ji i zdokonalili. Pokud byste si naši sadu vyrobili, tak vás žádáme, abyste nám dali vědět a podělili se s námi o své zkušenosti.

Rádi bychom tímto poděkovali Katedře didaktiky fyziky na MFF UK za materiální podporu při vývoji této sady a Bc. Martinu Stránskému za navržení a vyhotovení tištěného spoje regulujícího napájení laseru. Tento vývoj byl také materiálně podpořen grantem SVV.

### Literatura

1. PISKAČ, V. *Žákovská optická deska – zrcadla*. [cit. 2017-04-20]. Dostupné na World Wide Web: <[http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/optika/zakovska\\_opticka\\_deska\\_-\\_zrcadla.pdf](http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/optika/zakovska_opticka_deska_-_zrcadla.pdf)>
2. *KDF MFF UK. Optická sada*. [cit. 2017-04-20]. Dostupné na World Wide Web: <<http://kdf.mff.cuni.cz/optickasada/>>
3. *Creative Commons – Česká Republika* [cit. 2017-04-20]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.creativecommons.cz/licence-cc/varianty-licence/>>

### Kontaktní adresa

Mgr. Karel Havlíček  
Katedra didaktiky fyziky MFF UK  
V Holešovičkách 747/2  
Praha 8 – Libeň  
Telefon: +420 95155 2430  
E-mail: Karel.Havlicek@mff.cuni.cz

Mgr. Matěj Ryston  
Katedra didaktiky fyziky MFF UK  
V Holešovičkách 747/2  
Praha 8 – Libeň  
Telefon: +420 95155 2430  
E-mail: Matej.Ryston@mff.cuni.cz

## VZDĚLÁVÁNÍ UČITELŮ FYZIKY NA PŘÍRODOVĚDECKÉ FAKULTĚ V OLOMOUCI

Renata HOLUBOVÁ

### Abstrakt

V příspěvku jsou uvedeny základní principy pregraduální přípravy učitelů fyziky. Je představen studijní plán učitelství fyziky na Přírodovědecké fakultě v Olomouci. Jsou předloženy otázky týkající se dalšího vzdělávání učitelů fyziky.

## PRE-SERVICE PHYSICS TEACHER EDUCATION AT THE UNIVERSITY IN OLOMOUC

### Abstract

The aim of the paper is to discuss the basic principles of undergraduate physics teacher training. The curriculum of Didactics of Physics at the Palacky University in Olomouc is presented. Basic questions concerning the further training of physics teachers are submitted.

### Kdo se potřebuje učit fyziku ve 21. století a proč?

Počet vědeckých pracovníků roste, i když zájem o přírodovědné předměty na školách klesá. Ptáme se tedy, jak změnit výuku fyziky na školách a tudíž i přípravu budoucích učitelů fyziky na školách vysokých. Je třeba si klást otázky – jaká je role fyziky ve vzdělávání budoucích vědeckých a technických pracovníků, jaká bude úloha fyziky ve vzdělávání nevědeckých pracovníků. Co potřebují znát naši žáci a co jsme schopni je reálně naučit. Ukazuje se, že studenti fyziky, kteří absolvovali bakalářské studium fyziky, často nemají dostatečné znalosti fyziky a problematiku si osvojí až po dalším opakování a studiu, či v rámci jiného pohledu na učební látku, popř. až sami fyziku učí. A přitom studenti technických vysokých škol mají fyziku většinou jen v prvním ročníku studia (v ČR a také např. v USA). Ptáme se tedy, jestli je tento první stupeň výuky fyziky ve víceúrovňovém vzdělávání ve fyzice na dostatečné úrovni pro studenty jak fyzikálních, tak i nefyzikálních věd? Neboť co studentům většinou chybí je hlubší porozumění probírané problematice.

Odborníci z britské Open University předložili seznam inovací, které ovlivní další vzdělávání. Zahrnuli mezi ně: masově otevřené on-line kurzy (MOOC), odznaky (badges) k doložení dosaženého vzdělání, analýzu dat, bezešvé (seamless) učení – učení napříč místy, časem, sociálním prostředím, crowdlearning – učení se prostřednictvím sítí a v neformálním prostředí, digitální stipendium – otevřený přístup ke zdrojům, publikování, geo-learning – propojení reálného místa se vzdělávacím obsahem, učení hraním her, kulturu tvoření (maker culture) – zahrnující i tisk 3D, dotazování (citizen inquiry) – účast laiků při získávání dat. Z našeho pohledu se snažíme o prohloubení přírodovědné gramotnosti. Hovoříme-li o přírodovědné gramotnosti, tak touto otázkou se zabývají i mezinárodní týmy OECD. Z jejich iniciativy vzešla i mapa učebního pokroku. Zachycuje, které znalosti a dovednosti žák získává dřív než jiné, neříká ale primárně, v kolika letech nebo ve kterém ročníku to má být.

Mapu učebního pokroku v oblasti přírodovědné gramotnosti tvoří pět oblastí dovedností:

- formulovat problém řešitelný v systému přírodních věd
- vyřešit problém
- interpretovat řešení problému
- prezentovat řešení problému
- aplikovat získané znalosti a dovednosti, tedy rozpoznat ve světě, který nás obklopuje, problém řešitelný metodami přírodních věd.

Zajímavá je myšlenka prezentovaná na stránkách věnovaných otázce přírodovědné gramotnosti dle strategií „základu budoucí prosperity“. Dle J. Simonové je možné každou dovednost popsat ve třech hlavních úrovních způsobilosti – učeň, tovaryš a mistr. Podrobněji viz webové stránky [mup.scio.cz](http://mup.scio.cz).

### Cíle výuky fyziky – úloha fyziky ve vzdělávání

Jaká bude úloha fyziky ve vzdělávání vědců a technických pracovníků a v případě nevědecky zaměřených žáků? Co vzdělávání ve fyzice dokáže nabídnout je zejména dovednost řešení komplexních úloh, modelování, odhady. Víme také, že tradiční formy výuky zhoršují pohled žáků na potřebu přírodovědného vzdělání. Bude z tohoto pohledu potřeba měnit obsah výuky fyziky na základních, resp. středních školách a budou se měnit standardy vzdělávání, Rámcové vzdělávací programy? Právě otázka standardů přírodovědného vzdělávání je diskutována také v zahraničí. Například organizace MNU pracuje na evropském referenčním rámci pro přírodovědné předměty – tedy stanovení standardů výuky v chemii, fyzice, biologii atd. podobně jako je tomu u cizích jazyků (úrovně A1, A2, B1, B2).

Tab. 1: Referenční rámec

Elementární přírodovědné vzdělání		Všeobecné přírodovědné vzdělání		
A1	A2	B1	B1+	B2
Předškolní	Po 6 letech – škola	Základní škola	Základní škola s právem pokračovat v kurzu přípravy k maturitě	Střední škola Přechod na vysokou školu
Prožívání přírody a techniky	Přírodověda	Základy přírodních věd	Základní koncepty přírodních věd	Základní koncepty přírodních věd a jejich využití

Příklad rozpracování jednoho tematického celku dle uvedeného referenčního rámce – Matematizace přírodovědných poznatků (u všech aktivit se předpokládá využití Tabulek).

Úroveň A1: umí se pohybovat v prostoru a čase, umí se houpat, umí cíleně pohybovat předměty, umí popsat své činnosti (jízda na kole, hry s míčem).

Úroveň A2: rovnováha na páce, rovnoměrný pohyb (využití v praxi, stanovení dráhy, rychlosti).

Úroveň B1: veličiny pro popis mechanických dějů – rychlost, síla, impuls, energie, kladkostroj, zrychlení rakety, let ptáků, letadel, zákon akce a reakce, odpor vzduchu (impuls síly jako příčina změny pohybového stavu tělesa).

Úroveň B1+: kinematická analýza pohybu, u vybraných chaotických jevů určí hranice pro jejich popis (pohybová rovnice, videoanalýza, proudění vzduch, vody, počasí).

Úroveň B2: analýza a popis mechanických kmitů, základy teorie relativity, význam teorie relativity a kvantové mechaniky (tunelový jev, moderní pohled na stavbu atomu, relace neurčitosti).

### Vzdělávání budoucích učitelů fyziky

Jak tedy koncipovat vzdělávání učitelů na fakultách? University of Washington, Seattle má zkušenosti se čtyřiceti roky výuky pomocí programu Physics by Inquiry, který je jedním z nejrozšířenějších programů, údajně je aplikován přímo do výuky na SŠ. University of Colorado nabízí program Learning assistants. Hlavní principy jsou – content knowledge, příprava pro výuku fyziky, systém „clinical practice“ – rozsáhlá pedagogická praxe. Po státní zkoušce navazuje průběžný kontakt s vysokou školou – web diskuse. Uvedme ještě závěry DPG (Německá pedagogická společnost) ohledně vzdělávání učitelů.

Dosud budoucí učitelé navštěvovali stejné kurzy fyziky jako studenti odborné fyziky. Tato cesta (realizována kvůli nákladům na vzdělávání) nepříznivě ovlivňuje kvalitu pregraduální přípravy učitelů. Moderní a motivující výuka na školách vyžaduje od učitele určité dovednosti a know-how, které se zásadně liší od požadavků na současné odborníky ve vědě. Proto nemůže pokračovat příprava učitelů fyziky touto cestou. V projektu byly odborné přednášky zredukovány asi na jednu třetinu oproti kurzu pro odborné studium fyziky. Pracoviště vysokých škol vzdělávajících učitele navíc mají připravit takové programy, aby učitelé i po absolvování řádného studia zůstaly v kontaktu s pokrokem ve vědě.

Je stanoveno 6 tezí pro výuku učitelů fyziky, které mj. uvádějí, že příprava by měla zohlednit to, koho bude učitel učit, učení fyziky probíhá na základě analýzy a odpovědi na otázky, které žáky zajímají, na univerzitě je třeba učit tak, aby výuka byla vzorem pro konstrukci výuky na školách (student učí tak, jak to vidí na vysoké škole), kurs odborné fyziky by měl být přednášen profesory nebo výzkumníky v dané vědecké oblasti, současně musí být přednášena didaktika oboru na základě nejnovějších výzkumů.

Témata v didaktické přípravě:

- Představy žáků a procesy výuky ve fyzice (Prekompetence žáků zejména v oblastech mechanika, geometrická optika, elektřina, kvantová fyzika. Příprava testů pro analýzu konceptů, význam prekonceptů pro výuku fyziky, „conceptual change“, využití prekonceptů pro plánování výuky.)
- Motivace a zájem o fyziku (Teorie motivace, výsledky výzkumů, cesty ke zvýšení motivace ve výuce fyziky, genderová problematika)
- Standardy (Teorie – kompetence, hranice poznání, vzdělávací standardy, TIMSS, PISA, EPA, diagnostika kompetencí)
- Koncepty pro fyzikální vzdělávání (Hlavní charakteristiky výuky fyziky, cíle výuky)
- Praktikum školních pokusů (Školní experiment, příprava a realizace, možnosti zařazení do výuky, didaktická role experimentu)

- Média ve výuce fyziky (Didaktické aspekty využití multimédií ve výuce, počítačem podporovaný experiment, problémy a hranice pro využití multimédií ve výuce, možnosti Moodle, interaktivní tabule)
- Vysvětlujeme fyziku – jazyk a formy prezentace ve výuce fyziky (Vlastnosti mluveného slova a odborného jazyka, modely (obraz, logický obraz), analogie, způsoby vysvětlování, koncepty porozumění textu (vytváření a analýza fyzikálního textu)
- Řešení fyzikálních úloh (Psychologické a didaktické aspekty řešení, testové úlohy, řešení problémů, začlenění do výuky)
- Plánování a analýza učebního procesu (Modely a metody výuky, souvislost cíle, obsahu a metody, didaktická rekonstrukce, plánování výuky, mimoškolní vzdělávání, dvojjazyčná výuka, mezipředmětové vztahy, videoanalýza výuky)
- Vědecké teorie v přírodních vědách a fyzice (Subjekt, metoda, objekt, poznávací teorie – konstruktivismus, realismus, empirismus, racionalismus, pragmatismus, historický vývoj pojmů, přírodovědná gramotnost)
- Vědecká práce v didaktice fyziky
- Praxe (Učení v týmu, mnoho hodin náslechlů)

Po státní závěrečné zkoušce – účast ve webovských diskusích, účast na setkáních 2× za měsíc na pracovišti univerzity, účast v dalším vzdělávání.

Problémy s motivací žáků ke studiu učitelských specializací jsou diskutovány v mnoha zemích Evropy. Například ve výše zmíněném Německu z 29 tisíc učitelů, kteří vstoupili do pracovního procesu v létě 2016, byl každý desátý bez pedagogické kvalifikace. Dramatická je situace zejména na základních školách (obr. 1).

HERAUSGEGEBEN VON WERNER D'INKA, JURGEN KAUBE, BERTHOLD KOHLER, HOLGER STELTZNER

Trumps  
Präsidentschaft



Frankfurter Allgemeine  
Politik

Donnerstag, 30. März 2017 VIDEO

POLITIK | WIRTSCHAFT | FINANZEN | FEUILLETON | SPORT | GESELLSCHAFT | STIL | TECHNIK & MOTOR | WISSEN | REI

Home Politik Inland Immer mehr Lehrer ohne pädagogische Ausbildung

Direktoren schlagen Alarm

### Jeder zehnte neue Lehrer hat keine pädagogische Ausbildung

Weil in ganz Deutschland Lehrer fehlen, stellt der Staat viele Seiteneinsteiger ohne pädagogische Erfahrung ein. Eine Schulform ist davon besonders betroffen.

21.03.2017, von HEIKE SCHMOLL, BERLIN

Obr. 1: Každý desátý učitel nemá pedagogické vzdělání

Situace v České republice se odvíjí od Nařízení vlády č. 275/2016 Sb. ze dne 24. srpna 2016, o oblastech vzdělávání ve vysokém školství. Toto nařízení stanoví vymezení jednotlivých oblastí vzdělávání uvedených v příloze č. 3 k zákonu o vysokých školách, obsahující a) základní tematické okruhy, které jsou pro danou oblast vzdělávání

charakteristické a určující, b) výčet typických studijních programů spadajících pod danou oblast vzdělávání, c) rámcový profil absolventů v dané oblasti vzdělávání s uvedením hlavních cílů vzdělávání, zahrnujících odborné znalosti, dovednosti a další kompetence a d) charakteristických profesí, zejména pak profesí regulovaných, které jsou relevantní. V části třicáté najdeme informace k učitelství – základní tematické okruhy, výčet typických studijních programů, rámcový profil absolventa a relevantní charakteristické profese.

### Studium učitelství fyziky na Přírodovědecké fakultě v Olomouci

Studium učitelství fyziky pro základní a střední školy na Katedře experimentální fyziky Univerzity Palackého v Olomouci má dlouholetou tradici. Studium je tradičně dvouoborové, k nejčastějším kombinacím patří fyzika–matematika, chemie–fyzika a fyzika–výpočetní technika. V posledních letech narůstá počet studentů v kombinaci fyzika–biologie, fyzika–geografie. Absolventi získávají učitelskou kvalifikaci pro působení na vyšším stupni základních škol, víceletých gymnáziích a na všech typech středních škol. Vědecká práce členů oddělení didaktiky fyziky se zabývá následujícími okruhy problémů:

- projektování výuky, tvorba učebnic a metodické publikace pro učitele;
- přírodovědné vzdělávání obecně, nové i tradiční trendy a přístupy;
- moderní i tradiční experimentální činnost;
- experimenty podporované počítačem;
- moderní výukové technologie a jejich využití ve vyučování fyziky;
- historie a filozofické otázky fyziky;
- další vzdělávání učitelů v rámci severomoravského regionu.

Ve studiu lze pokračovat v doktorském studijním programu Didaktika fyziky.

Studijní plán navazujícího magisterského studia učitelství fyziky:

#### Povinné předměty (A)

KEF	Didaktika fyziky 1	4	1	ZS	2+1+0	Zp
KEF	Praktikum školních pokusů I	3	1	ZS	0+3+0	Ko
KEF	Řešení fyzikálních úloh	3	1	ZS	0+0+2	Ko
KEF	Didaktika fyziky 2	4	1	LS	2+2+0	Zk+
KEF	Fyzika kondenzovaných látek 1	4	1	LS	3+1+0	Zp
KEF	Praktikum školních pokusů II	3	1	LS	0+3+0	Ko
KEF	Pedagogická praxe z fyziky 1	3	1	LS	0+3TS+0	Zp
KEF	Fyzika kondenzovaných látek 2	3	2	ZS	2+1+0	Zk+
KEF	Pedagogická praxe z fyziky 2	3	2	ZS	0+3TS+0	Zp

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8

### Povinně volitelné předměty (B)

KEF	Fyzika-technika-příroda	3	1	ZS	1+0+2	Ko
KEF	Repetitorium středoškolské fyziky	3	1	ZS	0+0+2	Ko
OPT	Kvantová fyzika	7	1	ZS	4+2+0	Zk+
KEF	Praktikum z fyziky-techniky-přírody	2	1	LS	0+2+0	Ko+
KEF	Počítače ve výuce fyziky	3	1	LS	0+0+2	Ko
KEF	Integrovaný kurs experimentální fyziky	4	2	ZS	2+0+2	Zk+
KEF	Vybrané problémy současné fyziky	4	2	ZS	3+0+0	Ko
OPT	Termodynamika a statistická fyzika	5	2	ZS	3+1+0	Zk+
OPT	Videotechnika	3	2	ZS	1+1+0	Zk+

### Volitelné předměty (C)

KEF	Environmentální fyzika	2	1	ZS	2+0+0	Ko
KEF	Aktuální problémy výuky středošk. fyziky	3	1	LS	1+0+1	Ko
KEF	Pokusy s jednoduchými pomůckami	3	1	LS	0+2+0	Ko
OPT	Digitální fotografie	3	1	LS	2+0+0	Ko
KEF	Dějiny fyziky	2	2	ZS	2+0+0	Ko
KEF	Ionizující záření a jeho užití	3	2	ZS	2+0+0	Ko
KEF	Mössbauerova spektroskopie	3	2	ZS	2+0+0	Ko

### Předměty společného základu

KEF	Výukový proces	2	1	ZS	1+0+1	Zk+
KEF	Kurikulární tvorba ve škole	2	1	LS	1+0+1	Ko
KPS	Psych. osobnosti žáka a její diagnostika	2	1	LS	0+0+2	Zk+
KPS	Vybrané kapitoly z psychologie a patops.	2	1	LS	2+0+10S	Zk+
KPG	Cvičení z pedagogické komunikace	1	2	ZS	0+2+0	Zp
PRF	Reflexe praxí	2	2	ZS	0+2+0	Zp
KEF	Asistentská praxe 1	2			0+3+0	Zp

### Předměty B

KEF	Filozofické problémy přírodních věd	2	1	LS	1+0+1	Ko
KAG	Kybernetická bezpečnost	3	2	ZS	2+0+2	Zk
KEF	Evropské dimenze vzdělání	2	1	LS	1+0+1	Ko
KEF	Kvalita ve škole	3	2	ZS	3+0+0	Zk
KPG	Základy andragogiky	1	2	ZS	1+0+0	Ko
USS	Žák se speciálními vzděl. potřebami	2	2	ZS	3S+0+0	Zp



### Předměty C

KAG	Základy pedagogického výzkumu	2	1	ZS	0+0+2	Zp
KFC	Právní předpisy pro učitele	2	1	ZS	2+0+0	Ko
KEF	Asistentská praxe 2	2	1	LS	0+3+0	Zp
KPG	Historické proměny výchovy	1	1	LS	0+0+1	Ko
KAG	Základy první pomoci	2			0+0+12S	Zp
KAG	Kurz pro zdravotníky zotavovacích akcí	2			0+40S+0	Zp
KFC	Prezentace v chemických oborech	3			0+0+2	Zp
OCH	Bez praxe do praxe I	5			0+2TS+3	Ko
OCH	Bez praxe do praxe II	5			0+2TS+3	Ko
VCJ	Prezentace v anglickém jazyce	3			0+0+2	Zk
KEF	Kresba v kontextu přírodních věd 1	3		ZS	0+0+3	Ko
KEF	Náslechová pedagogická praxe	2		ZS	0+3+0	Zp
KEF	Kresba v kontextu přírodních věd 2	3		LS	0+0+3	Ko

### Doktorské studium

Povinné předměty: Management vědy a výzkumu, Vědecko-výzkumná stáž (12 T), Anglický jazyk pro doktorské studium (písemný test, ústní prezentace).

Povinně volitelné B předměty – oborové, publikační činnost (hlavní autor publikace s IF – 40 Kr, Ostatní populárně vědecké publikace 5 Kr, Hlavní autor publikace v recenzovaném časopise 20 Kr, Spoluautorství v časopise s IF 10 Kr), Vědecko-výzkumná a pedagogická činnost (prezentace na konferenci, výuka předmětu na škole nebo UP, teze k disertační práci), Volitelné předměty (internacionalizace vědecké práce). Byl navržen závazný harmonogram, který by měl student splnit v jednotlivých letech studia ve vztahu k vypracování disertační práce: Začátek 1. roku studia – odevzdat teze disertační práce včetně promyšlené metodologie výzkumu, Začátek 2. roku studia – odevzdat rešerše literatury k tématu disertační práce včetně soupisu dostupných citačních zdrojů (českých i zahraničních, tištěných, časopiseckých i elektronických), Začátek 3. roku studia – předložit zpracovaný úvod práce a přesně vytvořený obsah (systém kapitol), formulovat písemně předpokládané výstupy výzkumu a přínosy disertační práce v teoretické i praktické rovině, Začátek 4. roku studia – předložit hotovou teoretickou část práce, aby bylo možno se dále věnovat již jen vyhodnocení výzkumu apod.

### Závěr

Počty studentů učitelství fyziky na Přírodovědecké fakultě UP jsou velmi malé. Přesto, že se ke studiu hlásí dostatečný počet uchazečů, k zápisu se jich dostaví jen menší část a po prvním ročníku bakalářského studia jejich počet dále poklesne. Například v letech 2015 a 2016: F-Ch – 2015 zapsáno 7, 2016 – zapsáno 12 (přihlášeno 27), F-M – 2015 zapsáno 0, 2016 – zapsáni 3 (přihlášeni 3), F-IVT – 2015 zapsáno 0, 2016 – 1 (5), F-Bi – 2015 zapsáno 9, 2016 – 7 (26), F-Geo – 2015 zapsáno 3, 2016 – 0.

Ve školním roce 2016/17:

Září: F-M 11, F-Bi 11, F-IVT 2, Ch-F 8, MV-F 2

Duben: F-M 9, F-Bi 5, F-IVT 0, Ch-F 3, MV-F 3, F-Z 2

Přihlášky do navazujícího magisterského studia: Ch-F 2, F-M 4, F-Bi 1, kombinované studium F-M 6, F-Z 1.

Aktuální počet studentů v navazujícím magisterském studiu: 1. r. F-Bi 3, F-M 1, 2.r. F-M 2, F-Z 1.

Pro vzdělávání učitelů je důležité, abychom si uvědomili, co je významné z hlediska přírodovědné gramotnosti a co by si žáci měli odnést z výuky fyziky – je to základní pohled na přírodu, svět, a jak se o něm učit. Proto tradiční výukové metody nejsou relevantní, cestou vzdělávání ve fyzice je „research based instruction“ – badatelsky orientovaná výuka. Stále větší role vědy a techniky v dnešním životě by měla vést ke zdůraznění úlohy fyziky ve vzdělávání. Učitelé se musí naučit samostatně rozvíjet svou vlastní práci, podporovat žáky v aktivním učení.

Studovat fyziku není snadné a být učitelem fyziky také ne, ale pochopit děje v přírodě, experimentovat, objevovat, předávat vědomosti studentům, je tvůrčí a mnohostranná práce. To by si měli uvědomit studenti fakult připravujících učitele a také samotná pracoviště a inovovat přístupy v pregraduální přípravě učitelů fyziky. V současné době byla na Univerzitě Palackého zahájena diskuse ke koncepci dalšího vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů v rámci přípravy akreditace v roce 2020.

### Literatura

1. ARONS, B. A. *Cesta k přírodovědné gramotnosti*. Department of Physics, University of Washington, USA. Přeloženo z časopisu *Deedalus*, Spring, 1983: Scientific Literacy, The American Academy of Arts and Sciences, 1983.
2. REDISH, E. F. *Who needs to learn physics in the 21 century – and why?* Barcelona talks: 2016, poslední aktualizace 20.4.2017. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/>>
3. ICILS 2013. *Mezinárodní šetření počítačové a informační gramotnosti* (International Computer and Information Literacy Study), poslední aktualizace 20. 4. 2017. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.iea.nl>>.
4. *Zur fachlichen und fachdidaktischen Ausbildung für das Lehramt Physik*. April 2014, Deutsche Physikalische Gesellschaft.
5. [http://www.open.ac.uk/personalpages/mike.sharple/Reports/Innovating\\_Pedagogy\\_report\\_2013.pdf](http://www.open.ac.uk/personalpages/mike.sharple/Reports/Innovating_Pedagogy_report_2013.pdf).
6. <https://mup.scio.cz/News/Item/4258?name=co-jsou-mapy-ucebniho-pokroku>
7. <https://www.prf.upol.cz/>
8. Nařízení vlády č. 275/2016 Sb., poslední aktualizace 20. 4. 2017. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.sbirka.cz/POSL4TYD/NOVE/16-275.htm>>.

### Kontaktní adresa

RNDr. Renata Holubová, CSc.  
Katedra experimentální fyziky, Přírodovědecká fakulta UP  
Tř.17. listopadu 12, 77146 Olomouc  
Telefon: +420 585 634 165  
E-mail: renata.holubova@upol.cz

## ÚLOHY AO VE ŠKOLNÍ VÝUCE: FYZIKA V MEZIPŘEDMĚTOVÝCH VZTAZÍCH

Petra HYKLOVÁ, Radek KŘÍČEK

### Abstrakt

Témata s přesahem do historie nebo zeměpisu mají velký potenciál zaujmout žáky během výuky fyziky. Tento příspěvek představuje na konkrétních příkladech, jak mohou učitelé využít úlohy z databáze astronomické olympiády ve výuce se zapojením mezipředmětových vztahů. Soustředí se zejména na vztahy fyzika-dějepis, fyzika-matematika a fyzika-zeměpis.

### ASTRONOMY OLYMPIAD TASKS IN EDUCATION: PHYSICS IN CROSS-CURRICULAR RELATIONS

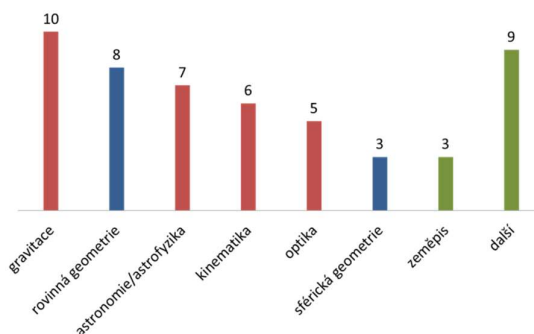
### Abstract

Topics overlapping into history or geography have a potential to attract pupils in physics education. This contribution presents examples of tasks from the public database of the Astronomy Olympiad in education with utilization of cross-curricular relations, focusing mainly on relations physics-history, physics-mathematics and physics-geography.

### Astronomická olympiáda

Astronomická olympiáda je předmětová soutěž z astronomie a příbuzných oborů pořádaná Českou astronomickou společností. Soutěž je určena žákům základních a středních škol od šesté třídy (kategorie H) do čtvrtého ročníku střední školy (kategorie A). Úlohy řeší žáci s použitím libovolných pomůcek.

Zadání dřívějších ročníků AO jsou dostupná na [1] pod odkazem Předchozí ročníky. Mnohé úlohy mají přesah do zeměpisu, biologie a dějepisu. Graf 1 ukazuje rozdělení 51 úloh z posledních ročníků AO dle mezipředmětových vztahů. Z těchto 51 úloh souviselo 28 úloh s fyzikou (z toho 7 s astrofyzikou), 8 úloh s rovinou a 3 úlohy se sférickou geometrií, 3 úlohy se zeměpisem a 9 úloh s jinými obory fyziky a dalšími předměty, zejména biologií, chemií a dějepisem.



Graf 1: Rozdělení vzorku úloh AO dle zaměření

Využití mezipředmětových vztahů v úlohách AO budeme ilustrovat na několika úlohách.

### Obyvatelná zóna

Ročník 2015/16, kategorie EF, finále, autor Václav Pavlík (text úlohy zkrácen)

Zadání a řešení: a) *Astronomové objevili exoplanetu, která obíhá okolo hvězdy srovnatelné se Sluncem. Změřili, že jeden rok na této exoplanetě trvá 0,253 pozemského (siderického) roku. Jaká je hlavní poloosa oběžné dráhy exoplanety?*

*Vydeme z 3. Keplerova zákona pro oběh planety kolem Slunce  $\frac{a^3}{T^2} = 1$ . Po vyjádření hlavní poloosy dostaneme hodnotu 0,400 au.*

d) *Základní podmínkou života, jaký známe, je voda. Pokud by exoplaneta obíhala moc blízko hvězdy, voda by se vypařila. Kdyby exoplaneta obíhala moc daleko, voda by zmrzla. Spočítej, v jaké vzdálenosti  $d$  od hvězdy by povrch exoplanety měl teplotu varu vody (za normálního atmosférického tlaku).*

*Výpočet je uveden v práci [2]. Výsledkem je velikost hlavní poloosy 0,467 au.*

e) *Může být na exoplanetě biosféra podobná té pozemské? Odpověď zdůvodni.*

*Ne, protože je na povrchu exoplanety příliš vysoká teplota.*

Zadání a řešení částí (b), (c) a (d) uvádí práce [2].

Tato úloha má přesah do chemie a biologie. Jako základní podmínka života je v úloze uvedena voda. Tuto informaci je možno se studenty dále diskutovat, sestavit s použitím populárně vědecké literatury (např. [3]) podmínky pro životadárnou kapalinu a v tabulkách vyhledat alternativní životadárné kapaliny a diskutovat jejich výhody a nevýhody.

### Stíhání světla

Ročník 2015/16, kategorie EF, korespondenční kolo, autor Radek Kříček (text upraven)

Zadání a řešení: *Galileo Galilei (1564–1642) se zapsal do dějin astronomie, fyziky a matematiky zlatým písmem.*

a) *Napiš, jaký přístroj je po něm také pojmenován a z jakých optických prvků se skládá?*

*Galileův dalekohled. Skládá se z jedné spojné čočky (objektiv), jedné rozptylné čočky (okulár).*

b) *Jedním z pokusů, které Galilei navrhl, bylo měření rychlosti světla. Dva experimentátoři by se postavili s lucernami na dva vzdálené kopce. Obě lucerny by byly na počátku zakryté. První experimentátor by svou lucernu odkryl a začal měřit čas. Světlo by se začalo šířit ke druhému kopci. V okamžiku, kdy by druhý experimentátor uviděl odkrytou lucernu prvního, odkryl by svou lucernu. První experimentátor by čekal, až uvidí světlo z druhého kopce a podíval by se, jaká uplynula doba. Spočítej, jak daleko by od*

sebe kopce musely být, aby první experimentátor spatřil vracející se světlo alespoň jednu sekundu po odhalení své lucerny.

Hledaná vzdálenost je polovina dráhy, kterou světlo uletí za  $t = 1$  s.

$$d = \frac{1}{2}ct = 150\,000 \text{ km}$$

c) V jakém poměru je tato vzdálenost k délce zemského rovníku a ke střední vzdálenosti k Měsíci?

Zemský rovník má délku 40 075 km, takže náš výsledek je 3,74krát větší. Střední vzdálenost k Měsíci je 384 000 km, takže 150 000 km je asi 0,39 této vzdálenosti.

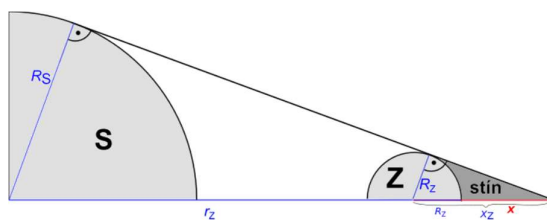
Tato úloha souvisí kromě historie také se zeměpisem. Žáci porovnáním vypočtené vzdálenosti s rozměry Země a vzdáleností Země–Měsíc zjistí, že tento pokus je na Zemi neproveditelný, ale je realizovatelný použitím laseru a koutového odražeče umístěného na Měsíci.

### Zemský stín

Ročník 2014/15, kategorie EF, korespondenční kolo, autor Radek Kříček (text upraven)

Zadání a řešení: Země, osvětlovaná Sluncem, vrhá do prostoru kuželovitý plný stín. O jeho úctyhodné délce se můžeme přesvědčit při každém úplném zatmění Měsíce, kdy se do něj náš souputník ponořuje.

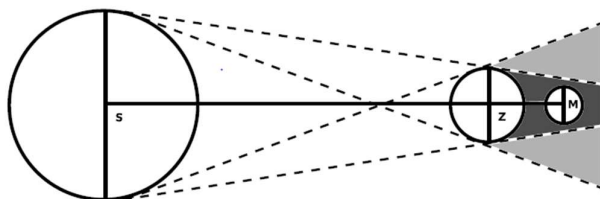
a) Jak přesně dlouhý zemský stín je? Spočítej jeho délku na spojnici Slunce–Země od povrchu Země.



Obrázek 1: Názorné zobrazení stínu, který vrhá Země. Obrázek není v měřítku.

$1 \text{ au} = r_Z$ , délka stínu od povrchu:  $x$ , délka stínu od středu Země:  $x_Z$ . Z podobnosti trojúhelníků plyne  $\frac{R_S}{r_Z + x_Z} = \frac{R_Z}{x_Z}$ . Po úpravě  $x_Z = \frac{R_Z r_Z}{R_S - R_Z}$  a dosazení dostaneme  $x_Z = 1,388 \times 10^6 \text{ km}$ . Nyní odečteme poloměr Země:  $x = x_Z - R_Z \approx 1,382 \times 10^6 \text{ km} \approx 0,0082 \text{ au}$ . (Pozn.: Bez odečtení poloměru Země vyjde 0,0093 au.)

b) Narýsuj schéma polohy Země, Slunce a Měsíce při úplném zatmění Měsíce v měřítku – poloměry těles:  $R_Z = 10 \text{ mm}$ ,  $R_S = 25 \text{ mm}$ ,  $R_M = 5 \text{ mm}$ ; poloměry oběžných drah:  $r_Z = 100 \text{ mm}$ ,  $r_M = 20 \text{ mm}$ . Do obrázku také narýsuj a vyznač plný stín a polostín Země.



Obrázek 2

c) S využitím předchozích výsledku spočítej šířku plného stínu Země ve vzdálenosti Měsíce. Výsledek zaokrouhli na desítky kilometrů.

Šířka stínu ve vzdálenosti Měsíce je  $s$ . (Pozn.: Pokud se počítá velikost stínu kolmo na spojnici Země a Slunce, namísto šikmo jako teď, vyjde to na celé kilometry stejně.)

$$\frac{R_Z}{x_Z} = \frac{\frac{s}{2}}{x_Z - r_M}$$

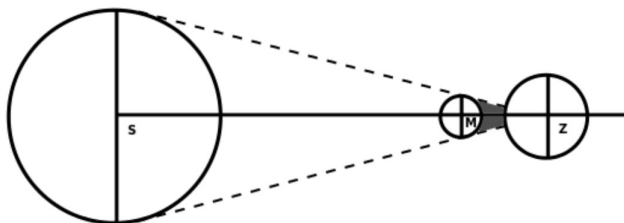
$$s = 2 \frac{R_Z}{x_Z} (x_Z - r_M) = 9\,230 \text{ km}$$

d) Spočítej maximální délku úplné fáze zatmění Měsíce. Předpokládej, že oběžná perioda Měsíce je  $T_M = 29,5$  dne a že se Měsíc pohybuje stínem Země přímočarě.

$$T_M = 29,5 \text{ d} = 2\,550\,000 \text{ s}$$

Rychlost obíhání Měsíce je  $v = \frac{2\pi r_M}{T_M} = 0,946 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ . Trajektorie, kterou urazí CELÝ KOTOUČ ve stínu, je  $d = s - 2R_M = 5\,750 \text{ km}$ . Tedy čas strávený ve stínu je  $T = \frac{d}{v} = 1 \text{ hod } 41 \text{ min}$ .

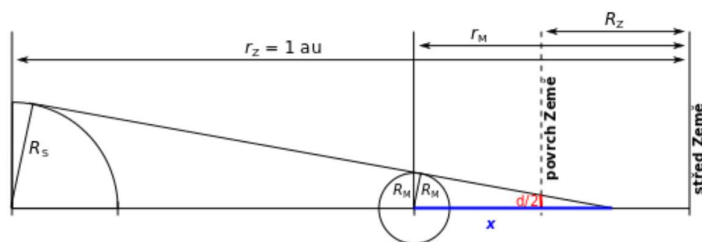
e) Podobně, jako se při zatmění Měsíce dostává Měsíc do stínu Země, se při zatmění Slunce dostává Země do stínu Měsíce. Měsíc je ale menší těleso než Země, proto se v jeho stínu nachází jen malá část zemského povrchu. Úplné zatmění je vidět jen tam, kam vrhá Měsíc plný stín. Důsledkem rotace Země v průběhu zatmění vzniká úzký pruh, tzv. „pás totality“, ve kterém je úplné zatmění možné sledovat. Narýsuj ve stejném měřítku jako v části b) polohu Země, Slunce a Měsíce při zatmění Slunce a vyznač, kam vrhá Měsíc stín.



Obrázek 3

f) Vypočítej šířku pásu totality ve chvíli, kdy leží středy Země, Slunce i Měsíce na jedné přímce. Dále předpokládej, že  $r_M$  je v tuto chvíli 370 000 km. Zanedbej zakřivení zemského povrchu.

Jedná se o dvojité použití podobnosti trojúhelníků. Zde je ještě jednou nákres kvůli definici veličin:



Obrázek 4

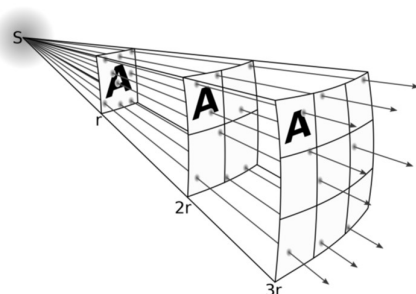
První podobnost je  $\frac{x}{R_M} = \frac{x+r_z-R_M}{R_S}$ , po úpravě dostaneme  $x = 375\,000$  km. Druhá podobnost je  $\frac{x}{R_M} = \frac{x-(r_M-R_Z)}{\frac{D}{2}}$ . Po úpravě a dosazení dostaneme  $d = 106$  km.

Těžištěm tohoto příkladu je podobnost trojúhelníků. Je možné jej využít jak ve fyzice, tak v matematice.

### Slunění u Jupiteru

Ročník 2014/15, kategorie EF, školní kolo, autor Radek Kříček, Václav Pavlík (text upraven)

Zadání a řešení: Slunce každou sekundu vyzáří do okolí přibližně stejné množství energie. Vezme-li libovolně velkou kulovou slupku se středem ve Slunci, množství zářivé energie, které prochází jejím povrchem je v čase také stejné. Protože se energie nemůže nikam ztrácet, bude množství energie procházející jednotlivými slupkami stejné. Ovšem pozor! Slupka s větším poloměrem má větší povrch, tedy stejné množství záření dopadá na stále větší plochu.



Obrázek 5: Světlo od Slunce (šipky) vyzářené pod určitým prostorovým úhlem dopadá na různé vzdálené kulové slupky.

a) Ve vzdálenosti Země je energie záření dopadajícího kolmo na plochu  $1 \text{ m}^2$  za 1 sekundu rovna  $1\,400 \text{ J}$ . Jaké spotřebiče bychom mohli napájet, pokud bychom dokázali zcela využít sluneční energii dopadající na Zemi na jeden metr čtvereční?

*myčku nádobí / asi 7 rozhlasových přijímačů / vrtačku / cirkulárku / motorovou pilu / vodní pumpu na tlak 0,3 atmosféry / až 2 vysavače / žehličku / čtrnáct 100W žárovek*

b) Jaká je energie záření dopadajícího kolmo na plochu  $1 \text{ m}^2$  za 1 sekundu ve vzdálenosti Jupiteru? Víme, že Jupiter je od Slunce pětkrát dále než Země.

*Musíme porovnat povrchy obou slupek (zachování celkové energie), tak dostaneme poměr energií dopadajících na  $1 \text{ m}^2$ :  $\frac{S_{\text{Země}}}{S_{\text{Jupiter}}} = \frac{4\pi R_{\text{Země}}^2}{4\pi R_{\text{Jupiter}}^2} = \frac{1}{25} = \frac{E_{\text{Země}}}{E_{\text{Jupiter}}}$ . Tedy  $E_{\text{Jupiter}} = \frac{E_{\text{Země}}}{25} \approx \frac{1400}{25} \text{ J} \approx 56 \text{ J}$ .*

Tato úloha zajímavým způsobem vysvětluje a procvičuje stereometrii.

### Gagarinův let

Ročník 2010/11, kategorie AB, korespondenční kolo, autor Tomáš Gráf

Zadání a řešení: Předpokládejme, že se [Jurij Gagarin](#) při svém obletu Země pohyboval po kruhové dráze ve výšce  $180 \text{ km}$  nad povrchem.

a) Jak dlouho mu trval jeden oběh kolem naší planety?

*Pro pohyb po kružnici v radiálním gravitačním poli lze odvodit vztah pro dobu oběhu  $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$ , a po dosazení bude  $T = 5300 \text{ s}$ .*

b) Jak vysoko nad zemským povrchem by musel letět, aby mu jeden oblet trval 4 hodiny?

*Ze vztahu vyjádříme  $r = \sqrt{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$  a po dosazení dostaneme  $r = 12\,800\,000 \text{ m}$ , tedy cca  $6\,400 \text{ km}$  nad povrchem Země.*

Úloha má přesahy nejen do historie, ale také do mediální výchovy. Žáci na internetu nacházejí spousty nepřesností a protichůdných informací, které mohou prodiskutovat. S využitím internetu, globusu a mapy žáci zjistí, nad kterými oblastmi Gagarinova loď prolétala. Gagarinův let a jeho pokrytí v médiích pamatují prarodiče žáků. Žáci mohou zaznamenat jejich vyprávění a porovnat tyto záznamy mezi sebou, s dobovými novinovými zprávami apod.

### Závěr

Tento příspěvek představil jak jednoduché příklady vhodné pro oživení hodin fyziky, tak složitější příklady vhodné pro fyzikální seminář (kategorie AB). V zadáních AO najdete mnoho dalších příkladů se širokými možnostmi využití jak ve výuce fyziky, tak dalších předmětů.



### Literatura

1. *Astronomická olympiáda*. Dostupné na World Wide Web: <<http://olympiada.astro.cz/>>
2. KRÍČEK, R., HYKLOVÁ, P. Úlohy AO ve výuce fyziky. In *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8*, 2018.
3. PETRÁSEK, T. *Životodárné kapaliny*. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.vzdalenesvety.cz/blog/?p=214/>>

### Kontaktní adresa

Mgr. Petra Hyklová  
Astronomický ústav Univerzity Karlovy  
V Holešovičkách 2/747, 180 00 Praha 8  
Telefon: +420 728 218 355  
E-mail: [petra.hyklova@gmail.com](mailto:petra.hyklova@gmail.com)

### PŘENÁŠÍME INFORMACE EFEKTIVNĚ?

Ota KÉHAR

#### Abstrakt

Mějme senzor, který nám na určitém místě průběžně měří teplotu, vlhkost, tlak a intenzitu osvětlení. Jakým způsobem efektivně přenést naměřené údaje na vzdálenější místo? Pokud použijeme textovou podobu záznamu např. ve formátu CSV, XML, YAML, BSON nebo JSON, jak dlouhá bude zpráva v jednotlivých formátech? Existuje i efektivnější způsob přenosu dat, např. pomocí datových proměnných a pevným počtem přenášených dat? V souvislosti se zaměřením konference o vlivu ICT na fyziku a naopak připomenu vizionáře Isaaca Asimova (1920–1992), který v roce 1988 prohlásil v televizním pořadu *A World of Ideas* svoji vizi využívání technologií ve výuce: „*Až bude možné se ptát, zjišťovat a hledat spojitosti doma, vlastním tempem, vlastním směrem a ve vlastním čase, pak si každý bude užívat učení. Vzdělávání dnes znamená vnucovat všem najednou to stejné ve stejný den, stejnou rychlostí ve třídě, a přitom je každý jiný. Pro někoho je to příliš rychlé, pro někoho pomalé a pro někoho špatně nasměrované.*“

#### DO WE TRANSFER INFORMATION EFFECTIVELY?

#### Abstract

Let's have some sensor that constantly measures the temperature, humidity, pressure and intensity of lighting in a certain location. How to efficiently transfer measured data to a remote location? If we use a text format such as CSV, XML, YAML, BSON or JSON, how long the message will be in each format? Is there also a more efficient way to transfer data, for example, using data variables and a fixed number of transmitted data? In connection with the main topic of the conference about impact of ICT on Physics, and vice versa, I would like to remind Isaac Asimov (1920–1992), who proclaimed his vision of the use of technology in teaching in 1988 in *A World of Ideas*: “*Once we have computer outlets in every home, each of them hooked up to enormous libraries, where anyone can ask any question and be given answers and reference material in something you are interested in knowing from an early age, however silly it might seem to someone else, that is what you are interested in. You can do it in your own room, at your own speed, in your own direction and on your own time. Then everyone will enjoy learning.*”

#### Úvod

Je tomu téměř 40 let, co firma IBM představila osobní počítač, o jehož výpočetní výkon se staral procesor Intel 8088 s taktem 4,77 MHz a operační systém MS DOS měl k dispozici podle výbavy od 16 kiB to 256 kiB RAM. Z dnešního pohledu se jedná o naprosto směšnou konfiguraci, která by již neobstála, nicméně v té době se jednalo o dostatečný výpočetní výkon, ostatní výrobci jej začali kopírovat a vznikla tak platforma, která ve své základní koncepci vládne světu dodnes.

Hlavní pointa úvodní úvahy spočívá v tom, že i s podobnou výbavou bylo možné psát e-maily, hrát hry, psát textové dokumenty, počítat v tabulkových procesorech, vést účetnictví apod. Tehdejší programy nebyly tak paměťově a výkonově náročné. Muselo

jim stačit jen pár bajtů paměti, aby zvládly to, na co ty dnešní potřebují mnohdy až stovky MiB paměti a jednotky GHz výpočetního výkonu. Programátoři tehdy optimalizovali doslova každý bit, zatímco dnes se i na ty neprimitivejší úlohy používají knihovny, které zvětšují paměťové a výkonové nároky násobně krát. Mnohdy zbytečně.

Toto ohromné plýtvání prostředky si uvědomí pravděpodobně každý, kterému dorazí domů jednočipový mikropočítač, např. Arduino<sup>5</sup>, který disponuje několika kiB paměti, výpočetním výkonem v řádu několika MHz a který musí stačit na ovládání meteorologické krabičky, která každou minutu přečte údaje z různých senzorů a numerické hodnoty odešle pomocí rádiového vysílače do základny na jiném místě, kde se posléze zobrazí na webové stránce. Samotný vysílač je energeticky dost náročný, proto bude tendence, aby pracoval po co nejkratší dobu. Toho můžeme docílit i tím, že zkrátíme zprávu, kterou potřebujeme odeslat.

Ti, co se zabývají webovými stránkami, by pravděpodobně tuto zprávu odeslali v textové podobě – v CSV, XML nebo JSON.

Představme si, že nám náš meteorologický měřič změřil následující údaje, které má odeslat do základny:

Teplota:	-6,15 °C
Vlhkost:	78 %
Tlak:	999,45 hPa
Intenzita osvětlení:	2 254 lx

Při použití textového formátu by zpráva mohla mít následující podoby:

CSV: Comma-separated values, hodnoty oddělené čárkami 20 B  
 -6,15;78;999,45;2254 nebo -6.15,78,999.45,2254

JSON: JavaScript Object Notation, JavaScriptový objektový zápis 58 B  
 {"teplota": -6.15, "vlhkost": 78, "tlak": 999.45, "svetlo": 2254}

XML: eXtensible Markup Language, rozšiřitelný značkovací jazyk 102 B  
 <zprava><teplota>-6.15</teplota><vlhkost>78</vlhkost>  
 <tlak>999.45</tlak><svetlo>2254</svetlo></zprava>

YAML: Yet Another Markup Language 69 B  
 zprava:  
 teplota: "-6.15"  
 vlhkost: 78  
 tlak: "999.45"  
 svetlo: 2254

BSON: binární JSON 61 B  
 = teplota ÜÖÖÖÖÖ Lvlhkost N tlak ÜÖÖÖÖ;Ć@svetlo ¶¶

Nejmenší velikost má zpráva ve formátu CSV, kdy zabírá 20 B, zpráva v JSON 58 B a v XML dokonce 102 B. V běžném programu nebo na webové stránce bychom pár bajtů

<sup>5</sup> Jednočipový mikropočítač ATmega328P taktovaný 16 MHz krystalem, má k dispozici jen 32 kiB Flash paměť pro kód samotného programu, 2 kiB SRAM a 1 kiB EEPROM.

pravděpodobně neřešili, ale v tomto případě se to vyplatí, zejména pokud se podíváme na energetickou náročnost rádiového vysílače.

Představme si, že data vysíláme každých 5 sekund při přenosové rychlosti 9 600 b/s. Napájení vysílací strany je řešeno dvěma běžnými monočlánky velikost AA, u kterých odhadneme kapacity na 1000 mAh. Příkon vysílače budeme uvažovat 0,25 W, což odpovídá zhruba 83 mA. Energetická bilance je patrná v následující tabulce:

Formát	Délka jedné zprávy	Doba vyslání jedné zprávy	Doba vysílání za měsíc	Spotřeba za měsíc
CSV	20 B = 160 b	17 ms	2,4 h	200 mAh
JSON	58 B = 464 b	48 ms	7,0 h	580 mAh
XML	102 B = 816 b	85 ms	12,2 h	1020 mAh

Je zřejmé, že při použití textového formátu XML bychom museli napájení měnit v průměru jednou za měsíc. A to při přenosu neuvažujeme žádné zabezpečení dat, při kterém by se délka zprávy nadále zvětšovala.

Energetickou bilanci můžeme zlepšit, pokud ustoupíme od textového řetězce a použijeme řadu bajtů:

Teplota (4 B): Teplota vzduchu je číslo s desetinnou čárkou. Použijeme 32bitový datový typ float, který zabírá 4 B.

Vlhkost (1 B): Relativní vlhkost vzduchu se pohybuje v rozmezí 0 až 100 %, měříme s přesností na celá čísla, takže postačí 8bitový datový typ uint8 (unsigned integer 8 bitů), který může nabývat hodnot 0 až 255. Vlhkost zabere 1 B.

Tlak (4 B): Atmosférický tlak je opět číslo s desetinnou čárkou. Znovu použijeme 32bitový datový typ float, který zabere 4 B.

Intenzita osvětlení (2 B): Intenzitu osvětlení měříme v luxech. Většina běžných senzorů měří v rozmezí od 0 lx do 55 000 lx (v případě, že namíříme senzor směrem ke Slunci). Pro uložení této informace bude stačit 16bitový datový typ uint16 (unsigned integer 16 bitů), který může nabývat hodnot 0 až 65 535, takže pro intenzitu osvětlení bude zapotřebí 2 B.

Pokud sečteme datovou náročnost, vychází  $4 + 1 + 4 + 2 = 11$  B. To je výrazně méně než u textového formátu, kde každý znak zabere celý 1 B. Jak se změní energetická náročnost ukazuje následující tabulka:

Formát	Délka jedné zprávy	Doba vyslání jedné zprávy	Doba vysílání za měsíc	Spotřeba za měsíc
Spec. 1	11 B = 88 b	9 ms	1,3 h	110 mAh

Je zřejmé, že za jeden měsíc provozu při úspornějším přenosu dat spotřebujeme zhruba desetinu kapacity použitých baterií.

Sice jsme zprávu výrazně zkrátily, ale stále ještě řadu hodnot posílám zbytečně předimenzovaně. Jestliže se podíváme na fyzikální podstavu každé měřené veličiny, můžeme dále ušetřit.

Používat pro přenos teploty vzduchu datový typ float, který zabírá 4 B, je zbytečný luxus. Teplotu vzduchu postačí měřit s přesností na 2 desetinná místa. Původní 32bitové číslo s desetinnou čárkou bychom mohli jednoduchým přepočtem uložit do 16bitového celého čísla se znaménkem, tzn. int16 (integer 16 bitů). Při přesnosti měření 0,01 °C

a rozsahu od  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$  nám při vynásobení naměřené hodnoty 100 vyjde interval  $-5000$  až  $+7000$ . Na to nám skutečně postačuje int16 a zpracovatelný rozsah bude od  $-327,68\text{ }^{\circ}\text{C}$  až do  $+327,67\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pro naši venkovní teplotu  $-6,15\text{ }^{\circ}\text{C}$  budeme přenášet číslo  $-615$ . I dekadické násobení může být u některých mikropočítačů časově a paměťově náročné, proto zkusíme využít vlastnosti použitého A/D převodníku a nepoužít dekadické násobení.

Pro rozsah  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  (od  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) a přesnost  $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$  budeme potřebovat alespoň  $120$  (rozsah)  $\times$   $100$  (přesnost) =  $12\ 000 = \text{A/D min. } 14\text{ b}$  ( $2^{14} = 16\ 384$ ) = uint16 (2 B). Pro 14bitový A/D převodník si stanovíme následující převodní vztah:  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  (= 0) až  $114\text{ }^{\circ}\text{C}$  (= 16 383). Pro námi uvažovanou venkovní teplotu  $-6,15\text{ }^{\circ}\text{C}$  budeme přenášet číslo 4385.

Podobnou úvahu můžeme učinit i u měření atmosférického tlaku, pro který jsou 4 B u datového typu float opět zbytečný luxus. Rozsah atmosférického tlaku na území České republiky se pohybuje v rozmezí od 970 hPa do 1055 hPa, přesnost měření postačuje  $0,01\text{ hPa}$ . Od naměřené hodnoty můžeme odečíst 900 a výsledek vynásobit 100. Tím získáme pro dané rozmezí hodnoty 7000 až 15550, kde si opět vystačíme s datovým typem uint16. Rozsah je tím pádem více než dostačující, od 900 hPa do 1555 hPa. Pro námi naměřený atmosférický tlak 999,45 hPa budeme přenášet hodnotu 9945.

Jestliže bychom se chtěli vyhnout dekadickému odečítání a násobení, můžeme opět využít A/D převodníku. Pro rozsah 200 hPa a přesnost měření  $0,01\text{ hPa}$  vychází, že potřebujeme  $200$  (rozsah)  $\times$   $100$  (přesnost) =  $20\ 000 = \text{A/D min. } 15\text{ b}$  ( $2^{15} = 32\ 768$ ). Pro 15bitový A/D převodník si stanovíme následující převodní vztah: 900 hPa (= 0) až 1 227 hPa (= 32 767). Pro námi uvažovaný atmosférický tlak 995,45 hPa budeme přenášet číslo 9545.

Úspornější verze přenosu dat bude vypadat následovně ( $2 + 1 + 2 + 2 = 7\text{ B}$ ):

Formát	Délka jedné zprávy	Doba vysílání jedné zprávy	Doba vysílání za měsíc	Spotřeba za měsíc
Spec. 2	7 B = 56 b	6 ms	0,8 h	70 mAh

Průměrnou spotřebu vysílače za jeden měsíc jsme dostali na 7 % celkové kapacity použitých baterií. Od autora podobného přenosového zařízení, který se bude snažit optimalizovat přenos dat, to ovšem vyžaduje pochopit fyzikální podstatu měřených a přenášených veličin, což může být pro řadu dnešních žáků nebo studentů složitá záležitost.

Je otázkou, zda vize o využívání technologií ve výuce od Isaaca Asimova (1920–1992) z roku 1988, kterou pronesl v televizním pořadu A World of Ideas, je v dnešní době platná: „Až bude možné se ptát, zjišťovat a hledat spojitosti doma, vlastním tempem, vlastním směrem a ve vlastním čase, pak si každý bude užívat učení. Vzdělávání dnes znamená vnucovat všem najednou to stejné ve stejný den, stejnou rychlostí ve třídě, a přitom je každý jiný. Pro někoho je to příliš rychlé, pro někoho pomalé a pro někoho špatně nasměrované.“

Fyzikální myšlení je nutné použít i u článku [2], který pojednává o tom, že stránka blackle.com je energeticky úspornější než v případě google.com. Toto samozřejmě platilo v době, kdy se používaly CRT monitory, u kterých zobrazení bílé barvy bylo náročnější na spotřebu než u LCD monitorů, kde spotřebu výrazně ovlivňuje podsvícení, které se

příliš neliší při zobrazení černé a bílé plochy. Pro 19palcový CRT monitor činí rozdíl ve spotřebě 21 % (83,5 W pro google.com oproti 65,8 W pro blackle.com). Mnohem výraznější změna je ovšem při použití LCD monitoru, protože oproti CRT verzi je úspora energie 54 % (83,5 W pro CRT oproti 38,6 W pro LCD). Rozdíl pro 19palcový LCD monitor není příliš výrazný, činí pouze 10 % (38,6 W pro google.com oproti 34,8 W pro blackle.com).

### Literatura

1. ČÍŽEK, J. *Pojďme programovat elektroniku: Jak to, že je průměrná webová stránka stejně velká jako Doom?* [online] Dostupné z: <<http://www.zive.cz/clanky/pojdme-programovat-elektroniku-jak-to-ze-je-prumerna-webova-stranka-stejne-velka-jako-doom/sc-3-a-185860/default.aspx>>
2. PCSTATS. *Blackle vs. Google Monitor Power Consumption Tested.* [online] Dostupné z: <<http://www.pcstats.com/articleview.cfm?articleID=2649>>
3. KOUDELOVÁ, K. *Vizionář Asimov.* [online] Dostupné z: <<http://spomocnik.rvp.cz/clanek/18461/VIZIONAR-ASIMOV.html>>

### Kontaktní adresa

PhDr. Ing. Ota Kéhar, Ph.D.  
Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni  
Klatovská 51, 306 14 Plzeň  
Telefon: +420 605 824 247  
E-mail: kehar@kmt.zcu.cz

## **INOVATIVNÍ PŘÍSTUPY V PŘÍPRAVĚ BUDOUCÍCH UČITELŮ FYZIKY V DUCHU DIALOGICKÉHO VYUČOVÁNÍ**

Martina KEKULE

### **Abstrakt**

Cílem příspěvku je prezentovat a reflektovat vybrané přístupy v přípravě budoucích učitelů fyziky na MFF v didaktice fyziky z hlediska filozofie dialogického vyučování. Konkrétně uvádím jednu aktivitu, jejímž cílem je zvětšit povědomí studentů o jejich implicitních a explicitních představách o profesi učitele fyziky a tyto svoje představy sdílet s ostatními studenty. A dále se v atmosféře dialogického vyučování učít komunikačnímu přístupu, o kterém hovoří Scott a Mortimer. Jedním z prostředků využívaných v rámci aktivity je koláž a pojmová mapa.

### **INNOVATIVE APPROACH IN PRE-SERVICE TEACHER TRAINING IN ATMOSPHERE OF DIALOGIC TEACHING**

#### **Abstract**

The paper presents activity involved in teacher training programme preparing future physics teachers. The activity is aimed at increasing student's awareness about their and their colleagues' explicit and implicit beliefs about occupation „a physics teacher“. The activities are in-line with philosophy of dialogic teaching approach and following discussion under the presented materials serves as a playground for questioning in dialogic teaching approach suggested by Scott and Mortimer.

### **Úvod**

Příprava budoucích učitelů fyziky v sobě typicky zahrnuje tři složky: odbornou fyzikální, didaktickou a pedagogicko-psychologickou. Didaktická část může být realizovaná v samostatných seminářích nebo v rámci jak pedagogicko-psychologické složky ve vztahu k obecné didaktice, tak v rámci odborně fyzikální složky se zahrnutím transformační úlohy didaktiky fyziky. Na MFF UK se didaktická část v přípravě učitelů fyziky objevuje ve všech třech popsaných formách.

Možnou náplň vlastního výukové předmětu zabývajícího se didaktikou fyziky uvádí například prof. Emanuel Svoboda s doc. Růženu Kolářovou, kteří se výuce didaktiky fyziky na MFF UK dlouhá léta věnovali. Patří sem například cíle výuky fyziky, učební plán, pokusy a úlohy ve výuce fyziky, mezipředmětové vazby, prostředky výuky fyziky a jejich funkční využití nebo aktuální otázky výuky fyziky [1]. Věnovat se aktuálním otázkám výuky fyziky považuji v přípravě budoucích učitelů za velmi důležité, protože zejména začínající učitelé opouštějící vysokou školu by si měli být vědomi dalšího směřování fyzikálního vzdělávání. A to i v případě, že se rozhodnou pro jiný přístup. V tomto příspěvku chci představit aktivitu, kterou realizujeme se studenty u nás v rámci didaktiky fyziky a která odráží ducha dialogického vyučování. Jedním z prostředků, které při tom používáme, jsou koláže a myšlenkové a pojmové mapy.

### Dialogické vyučování

Koncept dialogického vyučování představil Alexander [2] a spočívá v prosazování maximálně aktivní účasti žáků na výukových a učebních procesech. Je založen na přesvědčení, že žáci se nejlépe učí skrze aktivní – iniciativní a autonomní – zapojení do komunikačního procesu ve třídě. Pro učitele není klíčová pouze otázka „co“ si žák o daném problému myslí, ale také „proč“ dospěl k dané odpovědi/závěru. V tomto opravdovém dialogu, tak mohou zaznít a jsou brány v úvahu žakovské názory, představy a „žáci tak mohou do určité míry nastolovat a ovlivňovat témata, která budou mít ve výuce prostor“ [5]. V přírodovědném vzdělávání se tomuto tématu věnovali zejména Mortimer a Scott [4]; plánování dialogického přístupu ve vlastní výuce a problémy při realizaci těchto plánů studenty učitelství fyziky zjišťovali Lehesvuori a Viiri [3].

V přírodovědném vzdělávání princip dialogického vyučování naráží na existenci Autority, kterou je sama příroda a ve své podstatě se zde přístup tradiční transmisivní výuky, kde je učitel v roli zprostředkovatele poznatků, jeví jako vhodnější. Na druhou stranu, přírodní vědy nám ukazují fungování světa skrze modely, abstrahují od velmi bohaté reality. Právě vytváření těchto modelů a představ je záležitostí individuální a má smysl diskutovat a dát zaznít různým žakovským interpretacím. Navíc v současné době je velmi žádané provázání výuky s reálným životem a zkušenostmi žáků, navázání na jejich prekonceptuální představy o běžných jevech okolo nás, takže opět i z tohoto pohledu má dialogický přístup ve výuce přírodních věd potažmo fyziky své místo. Mortimer a Scott prosazují místo dialogického vyučování termín *komunikační přístup*, protože právě „smysluplná výuka přírodních věd s sebou nezbytně nese dvojí stránku komunikace – autoritativní (ve smyslu tradiční transmisivní výuky) i dialogickou (orientovanou na žáka)“ [3].

V přípravě učitelů libovolného předmětu má dialogický přístup místo tím spíše, protože jistě nemůžeme předpokládat existenci jednoho ideálního univerzálního pedagogického postupu, ale naopak, pro efektivní učení a rozvoj didaktické znalosti obsahu budoucích učitelů fyziky potřebujeme integrovat nové a jejich stávající poznatky, představy, filozofické náhledy.

### Myšlenkové a pojmové mapy

V prezentované aktivitě používáme jako jeden z prostředků pojmové a myšlenkové mapy. Ve fyzikálním vzdělávání se těmito mapami zabývali zejména Václav Meškan [7] a z UP v Olomouci Renata Holubová a její bakalantka Pavlína Keprtová [8]. Tvorba map podněcuje nejen u žáků kreativitu, propojuje práce obou mozkových hemisfér a umožňuje nám zasadit pojmy do souvislostí a kontextu. Meškan [7] rozlišuje mezi pojmovými a myšlenkovými mapami, kde posledně jmenované slouží k zobrazení nějakého myšlenkového postupu/procesu. Ve výuce můžeme pracovat s různými formami úplnosti mapy [8], kde například žáci pouze doplní dané pojmy do předem připravené sítě, nebo k zadaným pojům sami síť vytvoří až po vlastní jedinečnou tvorbu mapy.

### Co pro mě znamená učit fyziku? aneb vizualizace explicitních a implicitních představ o vyučování fyzice

Budoucí učitelé fyziky rozhodně nejsou z hlediska výuky fyziky tzv. nepopsaný list, ale přicházejí do studia s různými zkušenostmi s výukou fyziky coby žáci základních a středních škol, coby studenti bakalářského programu učitelství fyziky na vysoké škole apod. Dále disponují více či méně vyhraněnými a více či méně explicitními a implicitními názory, představami a důvody proč vzdělávat – obecně a ve fyzice.



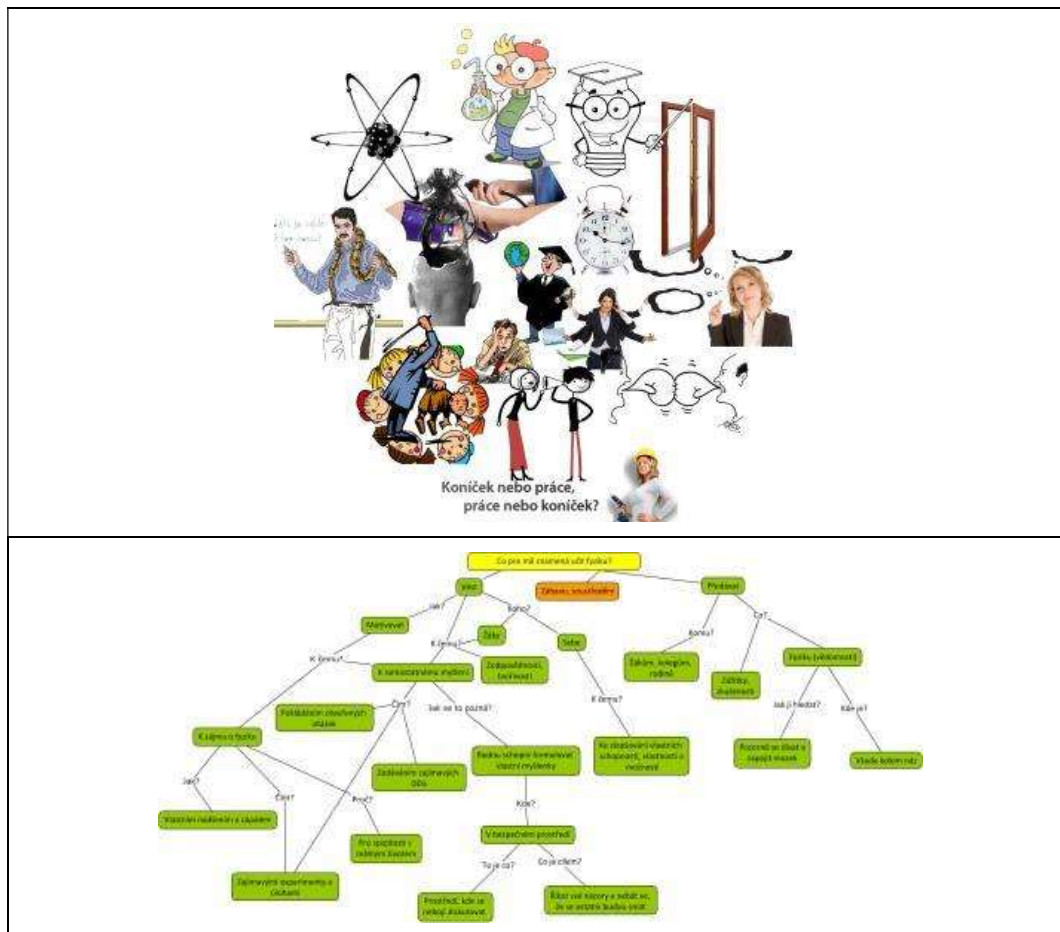
S cílem podpořit uvědomění si těchto důvodů/názorů/představ a vnímat tyto důvody/názory a představy u svých kolegů realizujeme v rámci didaktiky fyziky se studenty aktivitu, jejíž hlavní náplní je vyjádření se na téma „Co pro mě znamená učit fyziku?“.

Téma mohou vyjádřit dvěma způsoby, velmi kreativně pomocí koláže; méně obrazově zaměřeni studenti mohou vytvořit myšlenkovou mapu. Vlastní výsledek pak prezentují během 15 minut svým kolegům. Následná diskuze pak mimo jiné slouží zejména k nácviku dotazování se v duchu dialogického přístup. Celková reflexe je samozřejmou součástí aktivity. Během reflexe také se studenty diskutujeme možnosti zařazení podobné aktivity do výuky fyziky na SŠ a ZŠ. Tuto aktivitu jsme realizovali celkem dvakrát s 12 studenty v prvním ročníku NMgr. studia učitelství fyziky nebo studenty studujícími odbornou fyziku a absolvujícími předmět Didaktika fyziky v rámci vzdělávání se v pedagogickém minimu.

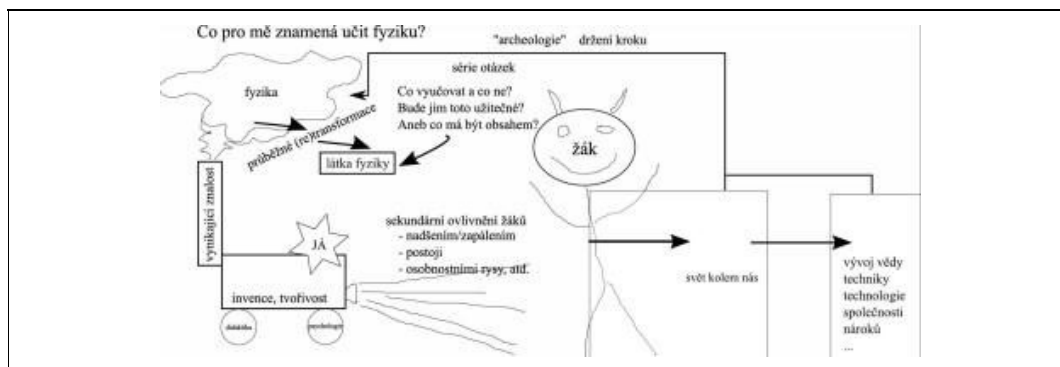
### *Reflexe aktivity – Tvorba koláže/mapy*

Vlastní tvorbu mapy nebo koláže vnímali studenti velmi pozitivně. Pro některé je důležitá možnost nemuset se nutit do výtvarného projevu. Naopak někteří byli velmi kreativní. Následující ukázky zobrazují přístupy typické výtvarné koláže, pojmové mapy až po vlastní kreativní znázornění.

Tab. 1: Tři typické formy zpracování zadaného úkolu – koláž, pojmová mapa, vlastní



## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8



Obecně jsem zaznamenala tři hlediska, která studenti akcentovali:

- prezentace momentální nálady;
- prezentace konkrétních důvodů, proč učit fyziku;
- prezentace jejich ideje, proč učit fyziku, a zasazení výuky fyziky do tohoto obecnějšího rámce.

Akcentaci aktuálního stavu zahrnul do své koláže student-začínající učitel, který vyjadřoval také svoje momentální obavy, zda je možné vůbec tuto profesi pohodlně zvládat (viz první koláž v tab. 1). A dále studentka profilující se spíše směrem k odborné fyzice, která zvažovala, zda se vůbec chce učitelství nadále věnovat a prezentovala zejména svoji cestu ke studiu tohoto oboru. Více filozofický pohled byl vlastní studentům-mužům a také studentům-fyzikům studujícím pedagogické minimum.

Tab. 2: Typický obecnější přístup prezentovaný muži-primárně studujícími odbornou fyziku

Popisek:  
Vesmír – velké věci v malých detailech  
Poznáváním stvořeného ke Stvořiteli  
Co je krásné a zadarmo si nemůžeme nechat pro sebe.

$$\frac{1}{2} = R_{\infty} \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$E_n = - \frac{m e^4}{32 \pi^2 \epsilon_0^2 \hbar^2} \frac{1}{n^2}$$

$$dI = \frac{h}{4 \pi^2 c} \frac{\omega^3}{e^{kT} - 1} d\omega$$

$$T = 6000 \text{ K}$$

$${}^1_0\text{H} + {}^1_0\text{H} \rightarrow {}^2_1\text{H} + e^+ + \nu_e$$

$${}^2_1\text{H} + {}^1_0\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + \gamma$$

$${}^3_2\text{He} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2{}^1_1\text{H}$$

### *Reflexe aktivity – Autenticita*

Studenti samozřejmě vnímají i představy a názory na výuku fyziky prezentované na našem pracovišti, v médiích apod. Někdo velmi rád prezentuje svůj vlastní názor, naopak pro někoho může být z různých důvodů přijatelnější schovat se spíše za danou společností přijímaný světonázor. Autenticita dle mého pozorování může souviset s formou. Koláže a vlastní kreativní vyjádření s sebou většinou nese větší míru autenticity, naopak u pojmových map jsem občas pozorovala podobné klíčové pojmy a struktury. Podpořit studenty v jejich autenticitě lze například vyvěšením minulých prací v prostoru katedry, sdílením zkušeností se studenty z předchozího ročníku; při následné diskusi cíleným doptáváním se.

### *Reflexe aktivity – Presentace a diskuze*

Možnost prezentace vlastní koláže byla dobrovolná a nikdo se jí nezřekl. Taktéž velmi pozitivně studenti vnímali možnost sdílení svých představ navzájem. Tedy vlastní dialogický přístup v komunikaci, kdy navíc má každý v podstatě stejně velký prostor pro sebezprezentování. V následné diskusi studenti tíhli k vyjadřování zejména svých hodnotících soudů, zejména pokud se jim prezentace líbila. Vzhledem k tomu, že zde nelze rozhodnout, která koláž je tzv. správně nebo lepší, je diskuze nad prezentací velmi vhodná k nácvičku komunikačního přístupu [4] (viz v druhé části). Během diskuze jsem tedy studenty vedla zejména k doptávání se na detaily, podrobnosti, které ukazují jednak zájem o to, co jejich kolega prezentoval, a jednak pomáhají k lepšímu vhledu a většímu porozumění.

### **Literatura**

1. SVOBODA, E. & KOLÁŘOVÁ, R. *Didaktika fyziky základní a střední školy*. Karolinum, Praha. 2006.
2. ALEXANDER, R. (2006). *Towards dialogic teaching*. York: Dialogos.
3. LEHESVUORI, S., VIIRI, J. *Od teorie k praxi: Od plánování dialogického vyučování k jeho reflexi*. *Studia paedagogica* 20 (2), 2015.
4. MORTIMER, E. F., & SCOTT, P. *Meaning making in science classrooms*. Milton Keynes: Open University Press, 2003.
5. ŠEDOVIČKOVÁ, K. *Moc v dialogickém vyučování*. *Pedagogická orientace*, 25(1), 32–62. 2015.
6. LEFSTEIN, A. AND SNELL, J. *Better than Best practice*, Routledge, 2014.
7. MEŠKAN, V. *Využití pojmových a myšlenkových map ve výuce fyziky*. MFI č. 20, 2010/2011.
8. KEPRTOVÁ, P. *Pojmové mapy*. Bakalářská práce. PŘF UP. Olomouc, 2009.

### **Kontaktní adresa**

RNDr. Martina Kekule, Ph.D.  
Katedra didaktiky fyziky MFF UK  
V Holešovičkách 2  
180 00 Praha 8  
Telefon: +420 776 704 984  
E-mail: martina.kekule@seznam.cz

### HODNOCENÍ OBTÍŽNOSTI FYZIKÁLNÍCH ÚLOH UČITELI A STUDENTY

Jiří KOHOUT, Veronika LAZNOVÁ

#### Abstrakt

Cílem tohoto příspěvku bylo zjistit, jaké vlastnosti konkrétní fyzikální úlohy přispívají podstatným způsobem k její celkové obtížnosti vnímané zvláště učiteli a zvláště studenty. Pět kvantitativních středoškolských úloh z klasické mechaniky bylo předloženo 96 studentům 3. ročníku čtyřletého gymnázia, resp. septimy osmiletého gymnázia (věk 17–18 let) a 18 středoškolským učitelům fyziky společně s jejich detailním řešením. Úkolem respondentů bylo seznámit se s řešením a pak vyplnit pro každou úlohu zvláště dotazník zaměřující se na celkově 12 vlastností úlohy jako bylo to, zda jde o typovou úlohu, zda jsou náročné matematické výpočty apod. Navíc měli zhodnotit celkovou náročnost úlohy a odhadnout, jaká část studentů gymnázií by tuto úlohu dokázala vyřešit správně. Bylo zjištěno, že zásadním faktorem ovlivňujícím celkovou vnímanou obtížnost u studentů je typovost dané úlohy. Na druhé straně u učitelů hrála zásadní roli náročnost výpočtů nutných k řešení úlohy. Celkově byly u některých sledovaných úloh a kritérií zjištěny podstatné rozdíly ve vnímané obtížnosti mezi učiteli a studenty.

#### PERCEPTION OF DIFFICULTY OF PHYSICS TASKS BY STUDENTS AND BY TEACHERS

#### Abstract

The goal of the contribution was to reveal which features of the particular physics task contribute significantly to its overall difficulty reported separately by teachers and by students. Five quantitative open high-school problems from classical mechanics were presented to students aged 17-18 years and physics teachers together with their detailed solutions. The respondents should go through the solutions and then complete for each problem separately a questionnaire focusing on totally 12 features of the problem including their familiarity with it, the difficulty of calculations etc. Moreover, they were asked to rate the overall difficulty of the problem and estimate how many high-school students could solve it correctly. The results of the study suggest the fundamental effect of familiarity with the problems on the perceived difficulty in the group of students. On the other hand, the difficulty of calculations seems to be the driving factor behind the perceived overall difficulty in the group of teachers. Significant differences in the rating of the particular features as well as in the overall perceived difficulty were observed between teachers and students.

#### Úvod

Otázka náročnosti fyzikálních úloh je v prostředí školy diskutována téměř neustále, především v souvislosti se způsobem hodnocení. I přesto je v principu známo velmi málo o tom, co konkrétně je příčinou toho, že nějaká úloha je vnímána studenty jako těžká, nebo naopak jako jednoduchá. Provedené výzkumy navíc ukazují, že shoda mezi studenty a učiteli v hodnocení náročnosti fyzikálních úloh je v některých případech menší než

50 % [1] a mnohdy se velké rozdíly ve vnímání náročnosti úloh a jejích příčin objevují i mezi samotnými učiteli [2]. Cílem tohoto příspěvku je tedy proto ve smyslu paradigmatu expert–začátečník [3] stanovit na základě empirického výzkumu, do jaké míry se shodují učitelé středních škol (především gymnázií) a studenti těchto škol (resp. studenti s lepšími a horšími výsledky) navzájem v hodnocení náročnosti vybraných fyzikálních úloh. Dalším cílem je zjistit, do jaké míry je vnímaná náročnost úlohy studenty i učiteli ovlivněna různými relevantními faktory a jak se tyto faktory shodují.

### Metodologie

Do výzkumu bylo zapojeno 96 studentů (62 dívek a 34 chlapců) z celkem pěti tříd tří gymnázií v Plzeňském a Jihočeském kraji (konkrétně Gymnázium Strakonice, Gymnázium Vimperk a Masarykovo gymnázium Plzeň). Z hlediska tříd se jednalo o tři septimy osmiletého gymnázia a dva třetí ročníky čtyřletého gymnázia, věk studentů byl tedy 17–18 let. 40 studentů mělo na posledním vysvědčení z fyziky jednotku, 23 dvojku, 25 trojku, 6 čtyřku, jeden propadl a jeden známku z posledního vysvědčení neuvedl. Dále participovalo 18 středoškolských učitelů (9 mužů, 9 žen, průměrně 22,6 let praxe, většinou s aprobací Ma-Fy bez preferovaného předmětu).

Účastníkům bylo rozdáno vzorové řešení pěti středoškolských úloh z klasické mechaniky. Tyto úlohy byly vybrány tak, aby měly různou obtížnost dle odhadu výzkumníků, nabízely alternativní řešení a umožňovaly uplatnit různorodé postupy při řešení. Jednalo se o následující úlohy:

1. Těleso padá volným pádem z výšky 45 m. Určete dobu jeho pádu a velikost dopadové rychlosti.
2. Těleso urazilo při volném pádu posledních 60 m dráhy za dvě sekundy. Jak dlouho a z jaké výšky padalo?
3. Řidič automobilu začne při rychlosti 20 m/s brzdit. Automobil se při brzdění pohybuje se stálým zrychlením o velikosti  $4 \text{ m/s}^2$ . Určete dobu, za kterou automobil zastaví, a stanovte brzdnou dráhu. Nakreslete graf závislosti dráhy automobilu na čase.
4. Jaká je nejkratší vzdálenost, na které může zastavit automobil jedoucí rychlostí 72 km/h, je-li součinitel smykového tření mezi povrchem vozovky a pneumatikami 0,25? Ostatní odporové síly zanedbejte.
5. Automobil se rozjíždí po vodorovné silnici se zrychlením o velikosti  $2 \text{ m/s}^2$  a při stálém stoupání se zrychlením o velikosti  $1,6 \text{ m/s}^2$ . Vypočtete úhel stoupání za předpokladu, že se tahová síla motoru ani valivý odpor nezměnily. Odpor vzduchu zanedbejte.

Dále byl účastníkům rozdán (vedle průvodního dopisu popisujícího cíle výzkumu a metody zpracování dat) dotazník specifický pro každou úlohu. V tomto dotazníku měli účastníci zhodnotit celkovou náročnost úlohy (na škále 0–100 %), odhadnout, kolik procent studentů septimy průměrného gymnázia by tuto úlohu dokázalo s pomocí kalkulačky a tabulek, ale bez předchozího upozornění, vyřešit, a rovněž posoudit úlohu dle 12 specifických vlastností uvedených vždy pomocí protichůdných tvrzení a hodnocených na škále 0–100 %.

Jednalo se o následující charakteristiky úlohy:

- Matematicky jednoduchá x matematicky náročná
- Nevyžadují rozvinuté fyzikální myšlení x vyžadující rozvinuté fyzikální myšlení
- Typová x netypová
- Zajímavá x nudná
- Snadno představitelná x obtížně představitelná
- Nezákladná (nesvádějící k chybě) x základná (svádějící k chybě)
- Časově nenáročná x časově náročná
- Jednokroková x vícekroková
- Hezká x ošklivá
- Neužitečná x užitečná
- Neselektivní x selektivní
- Zaměřená na mechanickou znalost vzorečků x zaměřená na porozumění principům

Mimo to obsahoval dotazník ještě několik pro všechny úlohy společných doplňujících otázek jako např. vlastní sebehodnocení znalostí fyziky (relativně v rámci populace) či oblíbenost fyziky u studentů, resp. informace o aprobaci a délce praxe u učitelů.

### Výsledky a diskuze

Bylo provedeno srovnání vnímané obtížnosti studenty a učiteli pro jednotlivé úlohy včetně statistického testování shody, resp. rozdílu v tomto vnímání pomocí dvouvýběrového t-testu. Výsledky jsou patrné z tab. 1.

Tab. 1: Srovnání učitelé x studenti (vnímaná celková obtížnost)

	Úloha 1	Úloha 2	Úloha 3	Úloha 4	Úloha 5
Studenti – průměr (%)	21,1	43,5	39,4	57,3	63,3
Učitelé – průměr (%)	17,8	70,3	37,8	53,1	66,9
P-hodnota t-testu	0,46	<0,001	0,77	0,42	0,54

Z tabulky je patrné, že signifikantní rozdíly v hodnocení obtížnosti byly zjištěny u úlohy 2, kterou učitelé pokládali za mnohem obtížnější než studenti. U ostatních úloh bylo hodnocení obtížnosti oběma skupinami srovnatelné. To může souviset s tím, že uvedená úloha s předloženým vzorovým řešením asi působí na studenty jako poměrně jednoduchá, bez této pomůcky však není snadné přijít na to, jak ji vůbec začít řešit. Zkušenosti učitelé by pro toto mohli mít větší cit než studenti (v souladu s paradigmatickým novic – expert).

Dále jsme se zabývali tím, jak se učitelé a studenti (ne)shodují v odhadu procentuální úspěšnosti při ostrém nasazení úlohy k testování za výše uvedených podmínek. Výsledky jsou patrné z tab. 2.

Tab. 2: Srovnání učitelé x studenti (odhadovaná procentuální úspěšnost)

	Úloha 1	Úloha 2	Úloha 3	Úloha 4	Úloha 5
Studenti – průměr (%)	63,6	45,7	52,9	38,0	31,6
Učitelé – průměr (%)	62,8	18,6	37,2	32,8	23,9
P-hodnota t-testu	0,90	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,009</b>	0,33	0,16

Je zjevné, že studenti byli obecně optimističtější než učitelé, přičemž největší rozdíl byl opět zaznamenán u druhé úlohy (pravděpodobně z příčin diskutovaných výše). Statisticky významný rozdíl byl však zjištěn i u úlohy 3, což může souviset s tím, že u této úlohy byl požadavek na zakreslení grafu, kde mají učitelé zkušenosti s nízkou úspěšností studentů (někteří učitelé přímo uváděli, že bez zakreslování grafu by jimi odhadovaná úspěšnost byla o poznání vyšší).

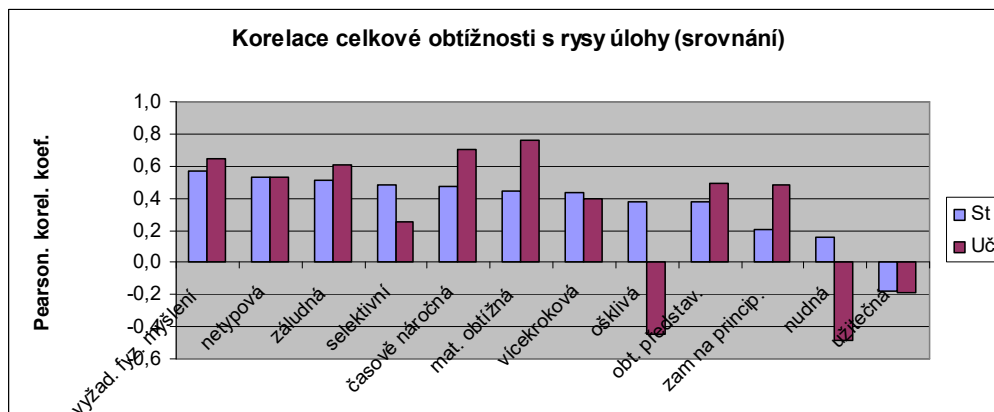
Zajímavé bylo i srovnání toho, jak studenti a učitelé vnímali různé atributy jednotlivých úloh. Pro konkrétnost uvedme v tab. 3 srovnání na škále „hezká x ošklivá“ a to opět včetně statistického testování užitím dvouvýběrového t-testu.

Tab. 3: Srovnání učitelé x studenti (hodnocení úlohy na škále hezká x ošklivá)

	Úloha 1	Úloha 2	Úloha 3	Úloha 4	Úloha 5
Studenti – průměr (%)	37,5	67,2	44,2	69,7	59,2
Učitelé – průměr (%)	56,9	50	41,1	49,2	53,3
P-hodnota t-testu	<b>0,007</b>	<b>0,03</b>	<b>0,009</b>	<b>0,01</b>	0,40

Byly zjištěny signifikantní rozdíly u všech úloh s výjimkou úlohy číslo 5. Je přitom zajímavé, že studentům připadala jako nejhezčí úloha číslo 1, která byla oběma skupinami hodnocena jako nejlehčí. Naopak učitelům tato úloha připadala jako nejošklivější. S trochou nadsázky tak můžeme na základě našeho šetření říci, že zatímco studenti hodnotí jako hezké úlohy, které jsou jednoduché, u učitelů naopak krása souvisí spíše s určitou úrovní náročnosti, přičemž triviální jednokrokové úlohy (z jejich pohledu) jako hezké rozhodně nevnímají.

Pozornost jsme věnovali rovněž tomu, jak souvisí celková obtížnost úlohy s hodnocením jejích jednotlivých rysů. Za tímto účelem jsme zvláště pro učitele a pro studenty určili Pearsonův korelační koeficient mezi uvedenou celkovou obtížností a hodnocením rysu na dané škále. Výsledky jsme průměrovali přes všech pět úloh (detailnějším rozbořem bylo zjištěno, že je zde možné zvláště u studentů vypořádat silný společný trend a toto průměrování je tudíž zcela opodstatněné). Výsledky jsou udány pomocí grafu 1 (zkrácené popisky na ose x odpovídají jednotlivým atributům úloh uvedeným detailně výše).



Graf 1. Korelace celkové obtížnosti s rysy úlohy (srovnání učitelé x studenti)

Z grafu je patrné, že u studentů celková obtížnost nevíce kladně koreluje s rysem „vyžaduje fyzikální myšlení“, na druhém místě je pak netypovost dané úlohy. Naopak u učitelů hraje zásadní roli matematická obtížnost úlohy a rovněž její časová náročnost. Je tak vidět, že studenti a učitelé mají poměrně odlišný pohled na to, co musí být splněno, aby úlohu bylo možné označit jako celkově obtížnou. Největší rozdíl mezi oběma skupinami je u rysu „hezká x ošklivá“, kde je opačné i znaménko korelace, což potvrzuje, že studenti pokládají za hezké úlohy ty, které vnímají jako „jednoduché“, zatímco u učitelů je tomu naopak. Podobná situace nastává rovněž u rysu „nudná x zábavná“.

### Závěr

Byly prokázány podstatné rozdíly v hodnocení obtížnosti fyzikálních úloh mezi studenty a učiteli. Rovněž bylo zjištěno, že v obou skupinách hrají při stanovení celkové obtížnosti odlišnou roli různé rysy úlohy. Mezi omezení studie a zároveň náměty na další výzkum patří to, že zatím nemáme dispozici data o tom, kolik studentů z dané skupiny by dokázalo dané úlohy správně vyřešit. Rovněž by bylo vhodné realizovat detailnější analýzy již získaných dat (např. s ohledem na rozdíly mezi studenty s lepším a horším prospěchem ve fyzice) a případně využít při zkoumání daného tématu metody kvalitativního výzkumu. To bude předmětem dalšího zkoumání v této oblasti.

### Literatura

- [1] LINGARD, J., MINASIAN - BATMANIAN, L., VELLA, G., CATHERS, I., & GONZALEZ, C. (2009). Do students with well-aligned perceptions of question difficulty perform better? *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34, 603–619.
- [2] GUNSTONE, R., MULHALL, P., & MCKITTRICK, B. (2009). Physics Teachers' Perceptions of the Difficulty of Teaching Electricity. *Research in Science Education*, 39, 515–538.
- [3] LARKIN, J.H., MCDERMOTT, J., SIMON, D.P., & SIMON, H.A. (1980). Models of competence in solving physics problems. *Cognitive Science*, 4, 317–345.



### Kontaktní adresa

Mgr. Jiří Kohout, Ph.D.  
Fakulta pedagogická  
Západočeská univerzita v Plzni  
Klatovská 51, 306 14 Plzeň  
E-mail: [jkohout4@kmt.zcu.cz](mailto:jkohout4@kmt.zcu.cz)

### PROMĚNY FYZIKÁLNÍHO KURIKULA – PRVNÍ POSTŘEHY Z LITERATURY

Petr KOLÁŘ, Vojtěch ŽÁK

#### Abstrakt

Příspěvek seznamuje s důvody, které nás přivádějí k úvahám o proměně kurikula fyziky na českých základních a středních školách. Kromě subjektivních východisek se věnujeme zejména prvním výsledkům rešerše mezinárodních publikací, které se věnují kurikulu a jeho proměnám. Rešerše je zaměřena zejména na reformy fyzikálního kurikula, ale je brán zřetel i obecněji k přírodovědnému vzdělávání (science) a vzdělávání vůbec. Tato rešerše je prvním krokem ve snaze navrhnout metodologii k tvorbě nového fyzikálního kurikula (vhodného zejména pro české základní a střední školy) a následně ji k tomuto účelu využít.

### PHYSICS CURRICULUM TRANSFORMATIONS – THE FIRST OUTCOMES OF A LITERATURE REVIEW

#### Abstract

This paper shows reasons which lead us to considerations about transformations of physics curriculum at Czech lower and upper secondary schools. Except of a subjective ground this paper deals with the first outcomes of a literature review which comprises curriculum and its transformations. The review is focused on reforms of physics curriculum, but attention is also paid to science curriculum and to education at all. This is the first step in effort to design a methodology for a creation of a new physics curriculum (appropriate especially for Czech lower and upper secondary schools) and then use this methodology for this purpose.

#### Úvod

Fyzikální kurikulum jako téma výzkumu a vývoje se v nedávné době celkem přirozeně vynořilo v souvislosti se zamýšlenou tvorbou učebnic fyziky pro střední školy. Toto téma bylo pootevřeno v diskuzích na katedře didaktiky fyziky MFF UK před několika lety, a to mimo jiné v návaznosti na fakt, že současné české středoškolské učebnice fyziky nemají ucelenou alternativu.

Domníváme se, že tvorba učebnic by neměla obnášet pouze řešení jejich konkrétního, v našem případě fyzikálního obsahu, ale měla by zahrnovat také rozvahu nad cíli, ke kterým má vzdělávání s využitím daných učebnic vést. Na druhou stranu oborový obsah učebnic je zcela zásadní a ideje, co učebnice mají obsahovat, by se podle našeho názoru neměly v první fázi omezovat na to, co v učebnicích nebo jiných kurikulárních dokumentech v současné době najdeme; ve druhé fázi by měly být veškeré návrhy podrobeny hluboké konstruktivní kritice.

V první fázi výzkumu jsme obrátili pozornost na publikace dohledatelné v mezinárodních databázích Scopus a Web of Science a zaměřili se na práce, kde může být popsán výzkum fyzikálního (nebo obecněji přírodovědného) kurikula. V první řadě nám jde o postupy pro hledání nových východisek fyzikálního kurikula a také o publikace

zaměřené přímo na reformy kurikula, kde již jsou východiska nového kurikula dána. Předmětem našeho zájmu jsou však i práce pojednávajících o fyzikálním (resp. přírodovědném) kurikulu obecně. Při dalším postupu tvorby nových východisek fyzikálního kurikula bychom se rádi odkazovali na již uskutečněné výzkumy, přičemž některými bychom se inspirovali a vůči jiným se naopak vymezíme.

### Kurikulum – jeho vymezení pomocí dimenzí

*Kurikulum* je pojem, který bývá používán v různých souvislostech a nabývá různých významů. V oblasti vzdělávání ho můžeme v první aproximaci nahradit pojmem *obsah vzdělávání*. Někdy bývá chápán spíše jako *učební plán*. Komplexnější pohled nahlíží kurikulum jako *obsah vzdělávání, který zahrnuje veškeré zkušenosti, které žáci získávají ve škole a v činnostech ke škole se vztahujících* [1–2]. V následujícím textu velmi stručně seznamujeme s některými náhledy na kurikulum, které mohou přispět k ujasnění, co vše tento pojem může zahrnovat a které otázky je třeba při proměnách kurikula (příp. při tvorbě nového kurikula) řešit.

Jednou z možností, jak strukturovaně přemýšlet nad kurikulem, je jeho nahlížení v různých dimenzích [1]. Jak bude zřejmé z dalšího, dimenze v podstatě určují časovou posloupnost, v jaké by mohla být tvorba kurikula provedena. Logicky první, *ideová dimenze*, zahrnuje cíle, ke kterým má vzdělávání vést. Tyto cíle jsou obecně závislé na společenské situaci, která je formována nejen „momentální náladou“ daného společenství, ale je také ovlivněna historickým vývojem. Ideová dimenze souvisí s filozofickými východisky kurikula. V literatuře lze vysledovat jak východiska orientovaná spíše na jedince a jeho individualitu, tak na společnost jako celek. Některá východiska čerpají spíše z historie a kultury dané společnosti, jiná se orientují na budoucnost (a budoucí možné proměny společnosti). U některých východisek je patrný sklon ke konkrétním potřebám trhu práce, u jiných jde spíše o obecněji pojaté gramotnosti. Přehledově rozděluje filozofii východisek kurikula Průcha [2] na *akademickou, esencialistickou, polytechnickou, aktivistickou a personální* (viz také [1]).

Dimenzí, která může být zejména lidmi pěstujícími určitý vědecký nebo umělecký obor (např. fyziku) považována za zásadní a výchozí, je *dimenze obsahová*. Jde o to, co z velmi širokého oborového obsahu transformovat do kurikula (tzv. *ontodidaktická transformace* [3]). To je pochopitelně možné udělat jen s velmi omezenou množinou oborových poznatků. V souvislosti s fyzikou jsme vystaveni různým tlakům a dilematům: Fyzika se dynamicky rozvíjí, takže poznatků rychle přibývá. Zároveň fyzika staví na historických poznatcích, např. klasické mechanice a klasické elektrodynamice. Je otázkou, jak ze „starých klasických“, ale i „nových kvantových, relativistických, příp. dalších“ poznatků vybrat smysluplný kurikulární obsah. Způsobů, jak se o to pokusit, je zřejmě více. Vzhledem k tomu, že výběr obsahu by měl být veden určitými záměry, cíli, vidíme jako transparentní tyto cíle explicitně uvést. Je zřejmé, že cíle mohou být různé, mohou odrážet zájmy různých lidí a jejich skupin, mohou se z různých úhlů pohledu jevit jako vhodné či nevhodné, mohou být poplatné době atd., nicméně jejich jasné formulování a zdokumentování, jak s nimi jednotlivé prvky obsahu kurikula souvisí, vidíme jako logicky čistý přístup.

*Organizační dimenze* kurikula představuje další krok ke skutečnému využití kurikula zkonstruovaného po ideové a obsahové stránce. Jedná se o to, že v daném státě, příp. jeho části je školství v daném čase určitým způsobem organizováno. Existují určité typy škol a k nim se vztahující kurikulární dokumenty. V současné době sem v České republice patří zejména rámcové vzdělávací programy a na základě nich vytvořené školní

vzdělávací programy. Pro pokusy vytvořit a prosadit inovované kurikulum je podstatné (a limitující), že toto nové kurikulum by mělo v dané době závazné dokumenty respektovat, příp. by se autoři měli snažit, aby ze vzniklého nesouladu nevyplývaly nežádoucí konsekvence. Z hlediska logiky by měla být organizační dimenze podřízena ideové a obsahové. Je otázkou, zda tomu tak skutečně je a zda nedochází k nežádoucím deformacím kurikula kvůli předem dané organizaci kurikula a celého školského systému.

Přímé působení učitele na žáka je součástí *metodické dimenze*. V rámci ní dochází k *psychodidaktické transformaci* (viz např. [3]), tj. kurikulum obsažené např. ve vzdělávacích programech, ale také v metodických příručkách a učebnicích je transformováno do obsahu výuky. Zjednodušeně ale výstižně lze říci, že v této fázi se dá leccos zachránit, ale také leccos pokazit. Je zřejmé, že velmi závisí na přístupu učitele, jak konkrétní výuka proběhne.

### Fyzikální kurikulum na mezinárodní scéně

Vzhledem k charakteru kurikula, ať fyzikálního či kteréhokoliv jiného, je v podstatě jakákoliv změna související nějakým způsobem se školou, vzděláváním, výukou atd. zároveň změnou kurikula. Lze proto říci, že jestliže se pokoušíme inovovat výuku, zařadit do obsahu učiva nové poznatky (nebo naopak jiné vyloučit), aplikovat alternativní formy a metody vzdělávání, ale třeba i vymalovat školu, zvelebit okolí školní budovy, ... (takto by se dalo pokračovat ještě na mnoha stránkách), zasahujeme určitým způsobem do kurikula, i když si to nemusíme plně uvědomovat. Jelikož prakticky všude po světě existují lidé, kteří se snaží svoji nebo cizí výuku měnit, je zřejmé, že se po celém světě lidé věnují proměnám kurikula (nebo jsou jim vystavováni) a to i v případě, že slovo „kurikulum“ vůbec nezazní.

V oblasti vzdělávání jsou pochopitelně odborníci, kteří se kurikulem zabývají cíleně a snaží se na něj nahlížet jako na celek, opomenout co nejméně úhlů pohledu a domyslet co nejvíce důsledků. Mezi těmito lidmi se ale také objevují připomínky, že je kurikulu jako celku věnována příliš malá pozornost a že chybí diskuze na mezinárodní scéně, ve které by se zainteresovaní lidé zabývali problémy kurikula, jeho tvorbou a inovací [4]. V souvislosti s relativně malou pozorností věnovanou kurikulu a nespokojeností se současnou situací se začínají objevovat iniciátoři mezinárodní diskuze a například v roce 2004 byla v Jihoafrické republice uspořádána mezinárodní konference věnovaná výhradně fyzikálnímu kurikulu [4]. Objevují se ale také silně vyhranění lidé, kteří volají po změnách na bazální úrovni vzdělávání a kteří velmi negativně kritizují dosavadní způsob průběhu kurikulárních reforem. Jako příklad můžeme uvést [5], kde se požaduje, aby se vzdělávání oddělilo jako samostatný obor od jiných disciplín (např. od psychologie, filozofie, sociologie atd.) a vytvořila se speciální filozofie vzdělávání (*philosophy of education*). Dosavadní reformy kurikula v oblasti *science* jsou zde označeny za převážně utilitární a opomíjející zásadní otázku: *Co znamená být vzdělán?*

Vzhledem k probíhající rešerši, jejíž zaměřením jsou reformy fyzikálního kurikula, může být autory konstatováno, že je velmi nesnadné a nepřímocharé vyhledat odborníky a jejich práce, kteří by se zabývali (fyzikálním) kurikulem jako celkem nebo případně popisem, jak probíhala příslušná kurikulární reforma. Například v mezinárodních databázích Scopus a Web of Science jsou podobné publikace o fyzikálním kurikulu „utopené“ mezi studii, které jsou často zaměřené pouze na konkrétní obsah – pro zajímavost, vyskytuje se mnoho článků, které se věnují inovování výuky elektromagnetické indukce, ale minimum článků zaměřených na celou elektřinu a magnetismus nebo dokonce celou fyziku (určitého stupně vzdělávání).

Další problém s dohledáváním informací o reformách fyzikálního kurikula spočívá v tom, že pokud je určitý článek k dispozici, typicky shrnuje výsledky získané po realizaci konkrétní reformy a porovnává je s výsledky před reformou. Chybí však popis a vysvětlení způsobu, jak byla daná reforma připravována, a jaké byly důvody ke zvolení konkrétního postupu reformy.

### Fyzikální kurzy v USA a organizační dimenze kurikula

Historický vývoj výuky fyziky na středních školách v USA může sloužit jako varovný signál, který nás upozorňuje, že je nezbytné mít při reformách na zřeteli také organizační dimenzi kurikula (viz výše). V publikaci [6] se můžeme seznámit s více než stoletým vývojem fyzikálních kurzů nabízených na středních školách v USA, přičemž se autoři zaměřují na pořadí nabízených přírodovědných kurzů a počty studentů, kteří se na ně zapisují. Pokusíme se zde tento vývoj uvést v co nejstručnější formě, ale přitom se budeme snažit zachytit hlavní myšlenky.

Na přelomu 19. a 20. století byly přírodovědné kurzy nabízeny v pořadí biologie – fyzika – chemie ve třech posledních ročnících střední školy. Fyzika měla předcházet chemii, protože byla považována za fundamentální vědu, z níž jiné vychází, a na fyzikální kurzy se hlásila asi pětina všech studentů. V této době vznikl také kreditový systém, který podmiňoval vstup na vysokou školu. Aby se mohl absolvent střední školy přihlásit na vysokou, stačil však pouze jeden kredit ze „science“ kurzu, který drtivá většina získala z biologie, a tím pádem se z fyziky a chemie staly prakticky pouze volitelné předměty.

Postupem doby se tedy zmenšovalo procento studentů zapsaných na fyziku a také se začalo měnit pořadí nabízených kurzů na biologie – chemie – fyzika, které se takto do konce 50. let 20. století ustálilo, a 99 % středních škol v USA nabízí své kurzy tímto způsobem i v současné době ([6], s. 422). Kromě jiného je tato změna pořadí ospravedlňována nedostatečnou úrovní matematiky v předposledním ročníku střední školy, jejíž vyšší úroveň je pro studium fyziky nutná.

Počet studentů, kteří se v průběhu 20. století zapisovali na střední školy v USA, rostl exponenciálně, ale počet studentů, kteří se zapisovali na kurz fyziky, stoupal jenom lineárně, a to pomalu ([6], s. 422). Sami studenti svůj nezáměr o fyziku zdůvodňovali příliš velkou abstraktností fyziky, přílišnou matematizací, závislostí na studiu učebnic atd. ([6], s. 422). I proto se dnes objevují v USA tendence, které by chtěly současnou situaci fyziky zvrátit a opět vyučovat „fyziku pro všechny“. Otázkou je, zda mohou uspět, pokud bude stále platit pořadí vyučovaných kurzů a kreditový systém, který dělá z fyziky v podstatě volitelný předmět.

### Závěr

Z prvních výsledků rešerše mezinárodních databází Scopus a Web of Science, kde byly vyhledávány publikace věnující se problematice kurikulárních reforem fyziky, případně science, je patrné, že reformy přírodovědného kurikula jsou na jednu stranu aktuálním tématem nejenom v České republice, ale v podstatě na celé mezinárodní scéně, ale na druhou stranu je této problematice věnována pouze malá pozornost a není jednoduché relevantní publikace dohledat. Hlavním problémem je, že se většina námi dohledaných publikací zaměřuje na příliš úzkou část fyziky (jde spíše o inovaci výuky konkrétního fyzikálního obsahu než o komplexní reformu vzdělávání) a že se u prezentovaných reforem neuvádí způsob volby východisek pro nové kurikulum (není tedy jasné, z jakého důvodu se autoři reforem rozhodli pro konkrétní změny, které publikují).

Chceme-li tedy v budoucnu nabídnout možná východiska pro nové fyzikální kurikulum, bude potřeba pokračovat v rešerši, aby bylo možné v ideálním případě vyjít z určité metodologie hledání východisek fyzikálního, případně přírodovědného, kurikula, kterou bychom se mohli inspirovat, vymezit se vůči ní atd. Pokud se žádnou podobnou publikaci dohledat nepodaří, bude nutné tuto metodologii vytvořit bez opory již provedených výzkumů. Při tvorbě takovéto metodologie by však bylo vhodné zohlednit všechny dimenze kurikula a co nejvíce různých pohledů na danou problematiku, k čemuž bude přínosná i mezinárodní spolupráce.

### Literatura

1. MAŇÁK, J., JANÍK, T. Kurikulum. In PRŮCHA, J., et al. *Pedagogická encyklopedie*. 1. vyd. Praha: Portál, 2009, s. 117–121.
2. PRŮCHA, J. *Moderní pedagogika*. 4. vyd. Praha: Portál, 2009. 488 s.
3. JANÍK, T. Obsah vzdělávání. In PRŮCHA, J., et al. *Pedagogická encyklopedie*. 1. vyd. Praha: Portál, 2009, s. 138–142.
4. GRAYSON, D. Rethinking the Content of Physics Courses. *Physics Today*, 2006, roč. 59, č. 2, s. 31–36. ISSN 0031-9228
5. SCHULZ, R. M. Reforming Science Education: Part I. The Search for a Philosophy of Science Education. *Science and Education*, 2009, roč. 18, č. 3–4, s. 225–249. ISSN 1573-1901
6. SHEPPARD, K., ROBBINS, D. M. Physics Was Once First and Was Once for All, *Physics Teacher*, 2003 roč. 41, č. 7, 420–424. ISSN 0031-921X

### Kontaktní adresa

Mgr. Petr Kolář  
Katedra didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy  
V Holešovičkách 2, Praha 8, 18000  
Telefon: +420 734 42 34 49  
E-mail: Petr.Kolar@mff.cuni.cz

RNDr. Mgr. Vojtěch Žák, Ph.D.  
Katedra didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy  
V Holešovičkách 2, Praha 8, 18000  
Telefon: +420 737 832 210  
E-mail: Vojtech.Zak@mff.cuni.cz

## **STRUČNÝ VHLED DO ÚSKALÍ A NESNÁZÍ ONLINE (FYZIKÁLNÍCH) SOUTĚŽÍ NA PŘÍPADU FYZIKLÁNÍ ONLINE**

Karel KOLÁŘ

### **Abstrakt**

Organizace soutěží nejsou spojeny pouze s úspěchy. Na pozadí reálné organizace stojí mnoho problémů, se kterými se pořadatelé setkávají. Příspěvek přináší náhled pod pokličku Fyziklání online, fyzikální týmové soutěži určené primárně pro SŠ. Problémy mohou být jak v samotných pravidlech, úlohách, tak i ve financích, organizátorech, online formě a dalším. Autor vychází ze svých zkušeností, zkušeností dalších kolegů a známých, organizujících stejně i jiné soutěže. Příspěvek si klade za cíl pomoci jiným organizátorům a zvýšit povědomí o tom, jak komplikovaná může být snaha zvýšit motivaci středoškoláků pro fyziku prostřednictvím soutěží.

### **BRIEF OVERVIEW OF DIFFICULTIES AND TROUBLES OF ONLINE (PHYSICS) COMPETITIONS ON THE CASE OF THE PHYSICS BRAWL ONLINE**

#### **Abstract**

Organisation of competitions is connected not only with successes. This organization in fact may have many difficulties on the background the organizers struggle with. This contribution brings a close-up view from a point of an organizer of the Physics Brawl Online. This competition is a physics team competition specified primarily for high school students. Troubles could be in rules of competition, problem tasks for participants, finances and funding, organizers, online form of the competition and others. The author proceeds from his experiences and experiences of his colleagues organizing the same and other competitions. This contribution, hopefully, can help to some other organizers and increase the awareness of how difficult the organization of the competitions can be.

#### **Motivace autora k příspěvku a o soutěži Fyziklání online**

Autor již osmý rok organizuje Fyzikální korespondenční seminář [1] a podílel se tak na organizaci osmi ročníků soutěže FYKOSí Fyziklání [2], stál u vzniku a vedl první dva ročníky soutěže MFnáboj (dnes Náboj Junior [3]) a v neposlední řadě se podílel na vzniku a následném rozvoji internetové soutěže Fyziklání online [4] v posledních pěti letech. I vzhledem k tomu, že jiné příspěvky o soutěžích bývají spíše laděné v duchu „co všechno se nám povedlo“, se rozhodl, že popíše problémy, které se za organizací soutěží skrývají, a to konkrétně na ukázce organizace Fyziklání online. Tato soutěž je zajímavá tím, že je v současnosti asi jedinou celostátní týmovou soutěží ve fyzice v ČR, která probíhá přes internet v omezeném čase a je automaticky vyhodnocovaná.

Fyziklání online (dále FoL) je soutěž, která probíhá jednou ročně na přelomu listopadu a prosince, a to vždy v předem dané tři hodiny v celém světě současně. Primárně je určena pro středoškoláky, ale má i otevřenou kategorii, které se účastní vysokoškoláci či i starší účastníci. Týmy mají max. 5 členů. Zadáání je v češtině

a v angličtině, díky čemuž se soutěže účastní týmy z celého světa, i přes problémy s časovým posunem.

### Proč organizovat soutěže?

Po přečtení zbytku příspěvku by pravděpodobně ve čtenáři měla vytanout otázka, proč vůbec něco takového organizovat. Zmíňme tedy základní motivace, proč se soutěže pořádají<sup>6</sup>:

- Vysoké školy berou soutěže i jako formu propagace – jsou motivovány tím, aby se povědomí o nich šířilo mezi středoškoláky (případně i mladšími) a pak chtějí vybírat z kvalitnějších studentů.
- Protože to prostě organizátory baví. Tohle bývá často u soutěží, které mají delší tradici a bývalí účastníci takových soutěží jsou často aktivnějšími organizátory.
- Blízké k předchozímu je pak to, že organizátoři jsou motivováni tím, že to baví účastníky. Či tím, že něco chtějí předat mladší generaci.
- Existuje silná tradice. Někdy se dá mluvit vysloveně o setrvačnosti. To naopak neplatí u prvních ročníků nových soutěží.

### Druhy problémů

Pokusme se vytrdit různé problémy, či možná přesněji záležitosti, se kterými se organizace soutěží pojí. Jde v zásadě o umělé třídění, protože konkrétní příklady pak mohou spadat do více kategorií. Také se asi nedá říci, že by jedna kategorie obecně převládala – to se mění v průběhu času a soutěž od soutěže. Jde tedy o „problémy“ spojené s

- online formou soutěže – na ty se budeme soustředit nejvíce;
- samotným průběhem soutěže;
- vzdělávací podstatou;
- organizačními záležitostmi;
- požadavky zřizovatele;
- „byrokratickými“ požadavky;
- finančním zázemím.

Dále zmíníme několik problémů z každé kategorie. Nicméně opět zdůrazněme, že některé problémy konkrétní soutěže řešit z nějakého důvodu vůbec nemusí či neřeší, a naopak mohou řešit jiné.

### Online forma soutěže

Kritickou záležitostí každé online soutěže je důvěra organizátorů v to, že účastníci budou hrát fair-play a dodržovat pravidla. Zejména jde o pravidla toho typu, že jediná povolená komunikace účastníků soutěže je s organizátory a v rámci týmu. Neexistuje totiž snadný způsob, jak něco takového kontrolovat. Samozřejmě kdyby nastalo podezření na podvod, organizátoři by se to snažili vyřešit v konkrétním případě, ale je těžké něco jednoznačně prokázat. Nicméně tomuto problému čelí všechny online aktivity a většina z nich (např. šifrovací hry) to neřeší. Jediné relativně účinné řešení silně nadržává soukromí účastníků a využívá se pouze u pohovorů a individuálních testů – jde o nahrávání osob pomocí webkamery s dalšími omezujícími pravidly, např. že nesmí

<sup>6</sup> Autor si neklade za cíl popsat všechny možné motivace beze zbytku, ale spíše zmiňuje ty, se kterými se ve svém okolí setkal častěji, či mu přišly zajímavé. Na směrodatné informace o této problematice by bylo potřeba provést rozsáhlejší výzkum jenom na toto téma.



odcházet od počítače v průběhu celé aktivity. Což u tříhodinové týmové soutěže prakticky není možné.

Distribuce zadání a odevzdávání řešení musí být zajištěná proti snadnému napadení – tedy komunikace šifrovaná a zadání umístěné na nevyhledatelných stránkách apod. U FoL mají účastníci po většinu doby přístupných právě 7 úloh k řešení a přístup k řešení další dostávají až v okamžiku úspěšného odevzdání jedné z úloh, které mohou řešit.

Obrana proti útoku hrubou silou je u online soutěže obvykle silná. Ve FoL týmy získávají body i v závislosti na tom, na kolikátý pokus danou úlohu odevzdávají, přičemž při prvním pokusu by získali největší počet bodů a počet bodů docela rychle klesá s počtem pokusů odevzdání. Druhou obranou je, že v případě odevzdání nesprávného řešení se odevzdávání na nějakou dobu zablokuje – v minulých ročnících to bylo zpravidla na jednu minutu. Po tu dobu není možné odevzdávat žádné řešení.

Úlohy musí být automaticky vyhodnocované, aby mělo využití online formy význam. U FoL se to řeší tak, že se odevzdávají pouze čísla a v každé úloze jsou uvedené jednotky, v jakých mají výsledek odevzdat, a také informace, na kolik platných cifer ji mají řešit. V případě, že by byly dovolené jiné jednotky, musel by být systém složitější a byl by náchylnější k chybám v interpretaci (např. kvůli  $N = \text{kg m s}^{-2} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ). Někdy jsou kvůli tomu zadání FoL vykonstruovanější a vždy se musí zadat hodnoty veličin.

Pro online soutěž je potřebné zajistit dostatečný server pro předpokládaný počet účastníků. Ten se zpravidla odhaduje podle posledních ročníků soutěže s tím, že se předpokládá mírné zvýšení, ale ne řádové. Pokud není server dostatečně výkonný, tak je soutěž zatížena dost negativním dojmem z pomalosti serveru, nemožnosti okamžitého odevzdávání řešení a načítání dalších zadání. V některých ročnících FoL se také stalo, že výsledkové listiny se přepočítávaly na serveru jednou za dvě minuty a ke konci soutěže jejich přepočítávání trvalo delší dobu. To se pak podařilo vyřešit v dalším ročníku.

### Samotný průběh soutěže

Jak bylo zmíněno, je nutné mít pro online soutěž funkční server, připojení k internetu a možnost komunikace s účastníky. U prezenční soutěže se to ovšem často také stává nutné, pokud ji chcete vyhodnocovat v reálném čase. Akce je tak závislá na tom, že nevypadne proud v budově, kde je server. Soutěže obvykle nemají takový rozpočet, aby si mohly dovolit mít záložní zdroje. Alternativou může být například mít server v rámci nějakého komerčně dodávaného řešení – ale ani to není stoprocentní, a i Google měl v loňském roce výpadek v rámci střední Evropy (i když průměrně drží lepší dostupnost než 99 %). Takže v tomto hledisku nezbývá než doufat nebo při „přebytku“ financí se to snažit řešit relativně nákladnými prostředky s distribuovaným řešením serverů, což je navíc technicky náročné na to, např. aby všichni v průběhu soutěže viděli stejné výsledky soutěže z jakéhokoliv místa na Zemi.

Co do počtu organizátorů v průběhu není potřeba mít tak velký tým jako při prezenční soutěži pro stejný počet účastníků. Ale i tak je nutné mít tým, který zabezpečí hladký průběh soutěže, kdy je potřeba reagovat na připomínky účastníků a řešit případné nedostatky. Tyto připomínky se nejčastěji týkají zadání a řešení úloh. S tím je spojená asi největší bolístka soutěže, že i když se provádějí korektury a testování soutěže a přes veškerou snahu, se občas stane, že projde úloha s nesprávným řešením či nesprávně či nedostatečně zadaná úloha. V tom případě nastává velký problém, jestli danou úlohu vyřadit, popř. jakým způsobem, zejména pokud někdo náhodou vyřešil úlohu stejně špatným způsobem jako organizátoři či ji přeskočil a díky tomu ztratil bod atd. Z důvodu omezení počtu úloh, které mohou účastníci řešit a toho, že můžou se špatně zadanou

úlohou strávit různý čas než to např. vzdají, je pak nemožné určit nějaké univerzálně spravedlivé řešení. Jedna z výzev do dalšího ročníků je promyslet si různé krizové scénáře předem. Výzva je to právě z toho důvodu, že k odhalení chyby může dojít v různou chvíli a může jít o jiný typ chyby.

### Vzdělávací podstata

Organizátoři obecně doufají, že účast žáků na soutěži jim dá něco jak z hlediska odborného, tak i z hlediska tzv. klíčových kompetencí (či soft-skills, jak by to nazvali zaměstnavatelé) a snad i z hlediska zvýšení motivace k fyzice. Toto je ovšem prakticky nemožné měřit, protože pro měření by bylo nutné například zadávat testy účastníkům před a po soutěži.

Nicméně z hlediska odborného – řeší, často velice komplikované, fyzikální úlohy. U online soutěží se počítá s tím, že účastníci mohou hledat texty k daným problémům na internetu. Už to by mělo účastníky snad něco naučit, protože musí nějaké informace zpracovat a snad si nějaké z nich zapamatují. Toto ovšem může být i trochu zhouba soutěže/týmu, pokud si účastníci neuvědomují, že mohou údaje na internetu vyhledávat či to neumí provádět efektivně.

V případech FoL jsou pak k dispozici vzorová řešení předcházejících ročníků, takže v případě, že účastníci mají zájem, mohou se potrérovat na těchto úlohách. Autorská řešení je pak snaha zveřejnit co nejdříve po soutěži a účastníci mají tak možnost projít si i úlohy, které v průběhu soutěže neřešili.

Pokud je soutěž týmová, jako je FoL, je potřeba pro úspěch funkčně spolupracovat v týmu. Jednak je důležité, aby se členové v týmu dokázali dohodnout, kdo řeší kterou úlohu, aby například neřešili všichni současně zbytečně jednu úlohu každý sám. Také je vhodné si v rámci týmu poradit, jak s úlohou pokračovat, pokud se někdo z týmu „zasekl“.

### Organizační záležitosti

Klíčem k úspěchu jakékoliv soutěže je mít dostatek schopných organizátorů, vedoucího či tým schopný rozdělovat vhodně úkoly, dobrý time management a sledovat, jestli přípravy soutěže probíhají dle harmonogramu. Pokud nějaká z těchto částí začne selhávat, může to mít velké důsledky na tom, jak soutěž proběhne.

Jednou důležitou organizační záležitostí je samotný výběr termínu soutěže. Na jednu stranu je vhodné se nekryt s termíny dalších soutěží. Problematické je, že většina soutěží přesný termín určuje v okamžiku, kdy žádají o zařazení do věstníku MŠMT, a komunikace mezi soutěžemi není úplně hladká, resp. neexistuje žádný centrální kalendář soutěží. Takže organizátoři obvykle určují termín na základě toho, kdy byly jiné soutěže v minulém roce a případně po nějakém dotazu na ty soutěže, které mají největší průnik soutěžících. Problémem je také termín, kdy lze čerpat finance od MŠMT, což v kombinaci s tím, kdy probíhají maturity, výrazně znevýhodňuje termíny ve velké části roku. Kolizím se tak ani nedá zabránit, pokud se středoškolák chce účastnit soutěží různých oborů.

Je vhodné mít nějaké zázemí jako kancelář či možnost využívání nějakých prostor, kde se mohou organizátoři scházet, což usnadňuje komunikaci a přípravu.

Důležitou organizační záležitostí jsou pravidla (odlišujeme je od „organizačního řádu“, o kterém bude zmínka dále). Někteří účastníci je mívají lépe načtená než organizátoři a snaží se nacházet skuliny, jak si najít nějakou výhodu, která bude ještě

v rámci pravidel. Stejně tak se objevují náměty, jak něco zlepšit, či je nutné něco změnit kvůli vnějším vlivům. Proto je nutné každý rok, či skoro každý rok, upravit část pravidel.

### Požadavky zřizovatele

Obvykle bývá ještě někdo, kdo stojí „nad organizátory“ a zastupuje organizaci, která soutěž vyhlašuje. Často je to právě vysoká škola, jako je to u Fyziklání online. Dále pak často spoluvyhlašuje soutěže Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy (MŠMT). Tyto požadavky jsou vlastně ty primární, protože bez jejich splnění může organizace ukončit financování či celé fungování dané soutěže v dané organizaci. Tyto požadavky jsou specifické pro každou organizaci.

Můžeme však zmínit podmínky pro zařazení mezi soutěže, které spoluvyhlašuje MŠMT, což souvisí i s dalšími kategoriemi – byrokratickými požadavky a finančními záležitostmi. V první řadě by soutěž měla již nějakou dobu fungovat, než začne MŠMT žádat o zařazení do věstníku. O zařazení do věstníku MŠMT se žádá současně s žádostí o finance. Žádá se v rámci programu Podpora soutěží a přehlídek v zájmovém vzdělávání na webu [souteze.msmt.cz](http://souteze.msmt.cz). Program se zpravidla vypisuje v posledních dnech března, v průběhu dubna je možné vyplňovat žádost a nejpozději na začátku května ji podat. Dle programu se oficiálně žádá na soutěže pro další školní rok, i když z hlediska financování se žádá o další kalendářní rok. Tedy pokud máte soutěž na podzim, je nutné o rok dříve žádat o finance a další rok pak se ještě připomenout MŠMT žádostí o zařazení do věstníku, i když máte již finance přiklepnuté. O zařazení do věstníku se dozvíte v průběhu velkých prázdnin, o částce, kterou získáte pro využití v rámci soutěže, se dozvíte obvykle v lednu. Pokud máte soutěž brzy ze začátku kalendářního roku, máte opět problém s termínem, a to tentokrát s čerpáním financí, protože rozhodnutí o přidělení dotace a samotné finance přijdou nejdříve v únoru, spíše možná až v březnu.

### „Byrokratické“ požadavky

S prakticky každou aktivitou se dnes pojí nějaké byrokratické záležitosti. Některé jsou přímo spojené s financováním. Například jde o informační povinnosti směrem ke zřizovateli, spoluvyhlašovatelům či poskytovatelům financí. Zpravidla se chtějí seznamy účastníků/prezenční listiny, ale pro každého pak zase v trochu jiné formě, podle toho, co považuje za důležité. Například soutěže ve věstníku MŠMT mají nahlašovat výsledkové listiny na web [excellence.msmt.cz](http://excellence.msmt.cz). Tento web souvisí s dalším ministerským programem, a to Excellence středních škol. Pokud je soutěž zařazena do tohoto programu a pokud škola, která měla vítězné účastníky, zažádá v rámci tohoto programu o finance, dostane nějaké prostředky na mzdové odměny pro učitele, kteří studenty vedli k úspěchu. Tento program je velice dobrou myšlenkou, ovšem např. postup při zařazování soutěže do tohoto programu není veřejně známý a o rozdělení odměn na škole rozhoduje ředitel školy ne nutně na základě toho, kdo měl jaký podíl na přípravě studenta.

Jednou byrokratickou záležitostí je „organizační řád“. To je dokument, který je „nad“ pravidly a měl by být vyhlašován více oficiálně. Soutěže typu A v Podpoře soutěží a přehlídek musí mít schválený organizační řád přímo na MŠMT.

Je nutné dodržovat zákony. Což je komplikované jak z hlediska bezpečnosti práce u prezenčních soutěží, tak z hlediska zákonů o ochraně osobních údajů obecně.

### Finanční záležitosti

Prvním zdrojem financí může být zřizovatel. V případě FoL jde o financování Matematicko-fyzikální fakultou Univerzity Karlovy (MFF UK) prostřednictvím Oddělení pro vnější vztahy a propagaci.

Častým donátorem je MŠMT v rámci programu Podpory soutěží a přehlídek, který byl již zmíněn.

Dalších možností, jak získávat finance, je mnoho, ale mají i své nevýhody. Jednoduchou záležitostí se může zdát poplatek účastníků za soutěž, což to se například u soutěží probíhajících v rámci MFF UK, alespoň prozatím, nezavádělo.

Je možné shánět sponzora. Je ovšem trochu těžké najít někoho, kdo vám poskytne rozumně velké finanční prostředky a současně bude za to chtít rozumně malé protiplnění.

Dalšími možnostmi jsou různé formy darů, např. crowdfunding, či různé bartery. Ovšem čím více je takovýchto zdrojů, tím rostou požadavky na toho, kdo spravuje finance dané aktivity a sleduje, zdali jsou poskytována protiplnění.

### Poděkování

Účast autora příspěvku na konferenci byla podpořena Grantovou agenturou Univerzity Karlovy (projekt č. 188515). Organizace Fyzikálního korespondenčního semináře a Fyziklání online je podporována a financována Matematicko-fyzikální fakultou Univerzity Karlovy. Fyziklání online spoluvyhláší MŠMT ČR.

### Reference

1. ORGANIZÁTOŘI FYKOSU. *Fyzikální korespondenční seminář – úvodní stránka*. Dostupné na <<http://fykos.cz>>
2. ORGANIZÁTOŘI FYKOSU. *FYKOSí Fyziklání – úvodní stránka*. Dostupné na <<http://fyziklani.fykos.cz>>
3. ORGANIZÁTOŘI NÁBOJE JUNIOR. *Náboj Junior – úvodní stránka*. Dostupné na <<http://junior.naboj.org>>
4. ORGANIZÁTOŘI FYKOSU. *Fyziklání online – úvodní stránka*. Dostupné na <<http://online.fyziklani.cz>>
5. MŠMT. *Podpora soutěží a přehlídek v zájmovém vzdělávání*. Dostupné na <<http://www.msmt.cz/mladez/podpora-soutezi-a-prehlidek-v-zajmovem-vzdelavani>>

### Kontaktní adresa

RNDr. Karel Kolář  
Univerzita Karlova – Matematicko-fyzikální fakulta  
V Holešovičkách 2, Praha 8 180 00  
Telefon: +420 737 679 522  
E-mail: karel@fykos.cz

## **MODELOVÁNÍ FYZIKÁLNÍCH SYSTÉMŮ V SOFTWARE GEOGEBRA**

Petr KOLÁŘ

### **Abstrakt**

GeoGebra je volně dostupný matematický software, který jistě primárně najde uplatnění při výuce (nebo případně při jiné práci) matematiky. Aplikace v geometrii jsou zřejmě na první pohled po spuštění, ale při bližším seznámení lze objevit animace, prvky algebry, matematické analýzy atd. Vzhledem k tomu má ale GeoGebra potenciál nejenom v matematice, ale i například ve fyzice. První, co se přirozeně nabízí, je geometrická optika, kde si můžeme využitím GeoGebry usnadnit přesné rýsování. S trochou elementárních zkušeností lze ale i relativně snadno přejít ke složitějším fyzikálním systémům a jejich počítačovému modelování.

### **MODELLING OF PHYSICAL SYSTEMS WITH GEOGEBRA**

#### **Abstract**

GeoGebra is freely available mathematical software which is apparently aimed at mathematics lessons. Applications in geometry are obvious immediately after software starting up but, on the second view, there are also animations, algebra, calculus etc. Considering these facts GeoGebra has potential not only in mathematics but for example in physics too. Geometrical optics is the first thing which is naturally possible and precise drawing with GeoGebra is there very simple. The way to more complicated physical systems and their computer simulations is relatively easy with only few elementary experiences.

#### **Úvod**

Tento příspěvek má být informativního charakteru a jeho cílem je poukázat na fakt, že existují možnosti využití softwaru GeoGebra při výuce fyziky. Vzhledem k tomu zde není žádný návod, jak v GeoGebře pracovat, ale naopak tu lze nalézt nápady, co by se s tímto matematickým softwarem dalo dělat. Práce v GeoGebře však není nikterak náročná – je naopak intuitivní, a protože ji používají tisíce lidí po celém světě, lze spousty návodů dohledat na internetu. Na oficiálních stránkách GeoGebry [1] je k dispozici odkaz na příručku pro úplné začátečníky [2] a je zde manuál popisující všechny příkazy a nástroje GeoGebry [3]. Není se ale třeba omezovat pouze na oficiální stránky, další návody lze snadno dohledat pomocí internetového vyhledávače i na jiných stránkách (jako příklad můžeme uvést [4]). Díky početné skupině uživatelů je také GeoGebra dostupná v mnoha jazycích a na oficiálních stránkách jsou volně k dispozici tisíce již hotových výukových materiálů. Tyto materiály může člověk podle potřeby používat, předělávat si je, nechat se jimi inspirovat, nebo je sám vytvářet a v případě zájmu i sdílet.

#### **GeoGebra a cesta k využití ve fyzice**

GeoGebra představuje jednu z alternativ, kterou mohou učitelé využít jako podpůrný software ve výuce, mají-li k dispozici učebnu s dataprojektorem. GeoGebra je například

velmi cenným pomocníkem při výuce geometrie, jelikož umožňuje velmi rychlé a přesné rýsování, čímž se oproti klasické konstrukci na tabuli šetří čas (autor tímto nechce zpochybňovat a zanedbávat důležitost konstrukcí na tabuli, kdy se žáci učí, jak při konstruování postupovat). Jak už však název GeoGebra napovídá, nemusíme se omezovat pouze na geometrii, ale je možno pracovat i s algebraickými výrazy. Ani zde však možnosti GeoGebry nekončí. K dispozici je i diferenciální a integrální počet, možnost pracovat s proměnnými parametry a ty následně využít třeba k animacím a tak dále. GeoGebra lze tedy kromě rýsování využít k vykreslování funkcí a práci s jejich derivacemi a integrály, k počítání s vektory, k animacím, kde se bude nějaký systém vyvíjet v čase atd. Tohle všechno nás může přivést na myšlenku využití GeoGebry ve fyzice, kde se vše výše zmíněné hojně vyskytuje.

Jsou lidé, kteří již GeoGebra ve výuce fyziky používají a na [5] jsou volně ke stažení (nebo pro spuštění online) více nebo méně propracované aplety. Při jejich využívání může ale nastat problém s jazykem apletu – může být vytvořen a popsán jazykem, kterému nemusíme rozumět. Dále nemusí aplet, který potřebujeme, vůbec existovat nebo je velmi těžko dohledatelný. Tyto obtíže lze ale relativně snadno překonat díky tomu, že je GeoGebra intuitivní a jednoduchý aplet si můžeme vytvořit sami v řádu minut, případně desítek minut.

### Náměty na aplety

Jelikož má GeoGebra zřejmé využití v geometrii, první, co nás může napadnout v souvislosti s aplikací ve fyzice, je geometrická optika. V krátkém čase (přibližně 10 min) lze vytvořit základní aplet pro demonstraci kulové vady kulového zrcadla a pro porovnání se zrcadlem parabolickým. S hotovým apletem si pak lze dále „hrát“ a vylepšovat ho (například dodání paprsků nerovnoběžných s optickou osou, které se nebudou odrážet do ohniska zrcadla, barevné rozlišení jednotlivých komponent experimentu atd.). Takovýto aplet si lze stáhnout zde [6].

Na střední škole se často odvozují vztahy popisující souřadnice hmotného bodu vrženého v homogenním gravitačním poli. Tyto vztahy lze v GeoGebře zadat jako souřadnice bodu a modelovat tak vrhy v závislosti na počáteční rychlosti, záměrném úhlu nebo velikosti gravitačního zrychlení. Můžeme takto počítačově studovat trajektorii vrženého bodu, jeho rychlost, délku doletu atd. Podobný aplet je k dispozici zde [7].

Ke složitějším apletům můžeme řadit model mechanického oscilátoru, který by porovnával kmitavý pohyb s rovnoměrným pohybem po kružnici a případně vykresloval i graf závislosti výchylky oscilátoru na čase. Chceme-li mít v apletu kromě kmitajícího bodu i model pružiny, může její vytvoření představovat výzvu, jejíž překonání však může vést k lepšímu vhledu do problematiky. Aplet porovnávací kmitání pružiny a rovnoměrný pohyb po kružnici je zde [8].

Tvorba podobných apletů by mohla být i zajímavým samostatným úkolem pro studenta (nebo skupinu studentů), čímž by se mohl podpořit proces pochopení dané fyzikální úlohy.

### Závěr

Vzhledem k jednoduchosti základních funkcí GeoGebry, což může být vidět na apletech zmíněných výše po stažení a nahlédnutí do algebraického okna, představuje tento software efektivní pomůcku do výuky nejen fyziky. Modelování i základních fyzikálních systémů vede k práci s vektory, s parametry představujícími počáteční podmínky a s funkcemi, což dohromady může přispět k lepšímu pochopení

vyšetřovaného systému a aplikovaných fyzikálních zákonů. Výhodou je početná skupina uživatelů GeoGebry, kteří mezi sebou sdílejí své zkušenosti v mnoha různých jazycích, takže lze i relativně snadno překonávat případné překážky při vlastním „programování“ apletu.

### Zdroje

1. *GeoGebra*: Dynamická matematika pro studium a výuku [online]. GeoGebra: ©2017 [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: <<https://www.geogebra.org/>>
2. STODOLOVÁ, K. *GeoGebra*: seminární práce [online]. Katedra didaktiky matematiky Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy: ©2017 [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: <[http://kdm.karlin.mff.cuni.cz/diplomky/kristyna\\_stodolova.sem/geogebra.html](http://kdm.karlin.mff.cuni.cz/diplomky/kristyna_stodolova.sem/geogebra.html)>
3. *GeoGebra*: Příručka [online]. GeoGebra: ©2017 [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: <<https://wiki.geogebra.org/cs/Příručka>>
4. MIKULENA, T. *Dvacítka řešených úloh v programu GeoGebra* [online]. Gymnázium Kroměříž: ©2017 [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: <[http://www.gymkrom.cz/web/ict/materialy/Dvacitka\\_GGB.pdf](http://www.gymkrom.cz/web/ict/materialy/Dvacitka_GGB.pdf)>
5. *GeoGebra*: Materiály [online]. GeoGebra: ©2017 [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: <<https://www.geogebra.org/materials/>>
6. KOLÁŘ, P. *Geometrická optika – kulové vs. parabolické zrcadlo* [online]. GeoGebra: ©2017 [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: <<https://www.geogebra.org/m/srHzU2D6>>
7. KOLÁŘ, P. *Vrh v homogenním gravitačním poli* [online]. GeoGebra: ©2017 [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: <<https://www.geogebra.org/m/QnRJRQ5n>>
8. KOLÁŘ, P. *Harmonický oscilátor a rovnoměrný pohyb po kružnici* [online]. GeoGebra: ©2017 [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: <<https://www.geogebra.org/m/MwK3Gujb>>

### Kontaktní adresa

Mgr. Petr Kolář  
Katedra didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy  
V Holešovičkách 2, Praha 8, 18000  
Telefon: +420 734 42 34 49  
E-mail: Petr.Kolar@mff.cuni.cz

### ZÁKLADY NANOTECHNOLOGIÍ PRO STUDENTY UČITELSTVÍ FYZIKY

Lucie KOLÁŘOVÁ, Milan VŮJTEK

#### Abstrakt

Jelikož se již běžně setkáváme s různými nanomateriály v mnoha spotřebitelských produktech, může nastat situace, kdy se žák zeptá svého učitele, co je na těchto materiálech tak výjimečného. Nejen z tohoto důvodu byl do přípravy budoucích učitelů fyziky na Katedře experimentální fyziky, PŘF UP v Olomouci začleněn nový předmět nazvaný Základy nanotechnologií. Na přednáškách vedených odborníky mohou studenti získat základní poznatky z tohoto oboru a v rámci seminářů se setkají s možnostmi, jak tyto poznatky přenést do výuky na základní a střední škole, a navštíví rovněž pracoviště zaměřené na výzkum v oblasti nanotechnologií.

#### FUNDAMENTALS OF NANOTECHNOLOGIES FOR STUDENTS OF TEACHING PHYSICS

#### Abstract

Because it is common to encounter with various nanomaterials in many consumer products, student can ask his teacher what on these materials is so special. Not only for this reason, new subject called Fundamentals of Nanotechnologies was incorporated in preparation of future teachers of physics at the Department of Experimental Physics, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc. The students gain the basic knowledge from the experts on the nanotechnology lectures. They also meet with possibilities how to transfer fundamentals of nanotechnologies into the physics curriculum of lower and upper secondary school and visit the workplace focused on research in nanotechnology.

#### Úvod

V prosinci 1959 prezentoval Richard Feynman před Americkou fyzikální společností svou vizi o zmenšování a manipulaci s jednotlivými atomy. Teprve v roce 1981 vymysleli Binnig a Rohrer skenovací tunelový mikroskop, který umožnil vědcům poprvé „vidět“ a manipulovat s jednotlivými atomy, což mělo vliv na další rychlý rozvoj v oblasti nanotechnologií.

Nanotechnologie se snaží porozumět a kontrolovat hmotu v nanoškále (tedy ve velikostech 1 nm až 100 nm), kde se uplatňují jevy spojené s konečným rozměrem částic a povrchové jevy. Tyto technologie již dnes nacházejí své uplatnění v mnoha oblastech lidského života a množství produktů obsahující nanomateriály a dostupných široké veřejnosti stále roste.

S rychlým rozvojem nanotechnologií jako oboru vyvstala i potřeba vzdělávacích programů. Tyto programy by měly směřovat nejen k přípravě nové generace vědců pro další vývoj oboru, ale rovněž ke zlepšení informovanosti a vzdělanosti mladých lidí a veřejnosti o pozitivních a možných negativních nanotechnologiích.

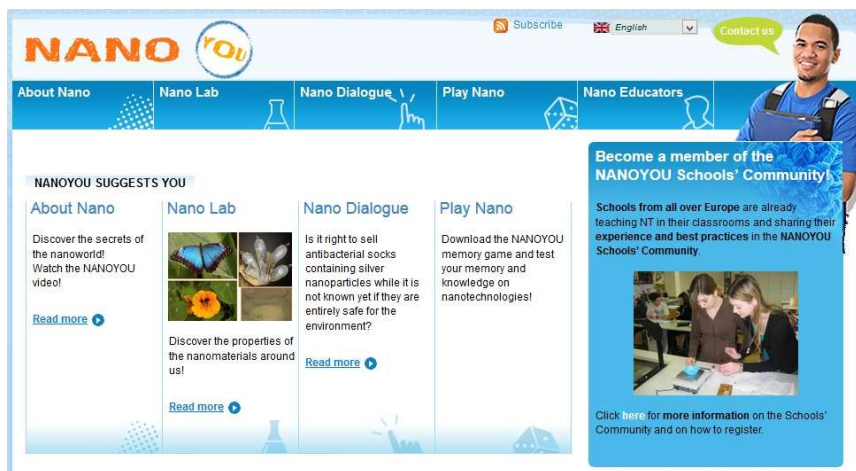


### Vzdělávání v nanotechnologiích

Vzdělávací programy týkající se nanotechnologií začaly vznikat v různých zemích po celém světě a většina z nich byla zaměřena na vysokoškolské studenty. Wikipedie uvádí, že první takovýto program nabídla Univerzita v Torontě.

Zvýšená pozornost byla rovněž věnována začlenění základních principů a jevů v nanoškále do výuky přírodovědných předmětů na základních a středních školách. Mnohé z těchto programů a podnětů vznikly původně ve Spojených státech. Pro ilustraci lze uvést některé z nich: NanoLeap a NanoSense (dva velké projekty pro implementaci poznatků z nanotechnologií do přírodovědného kurikula), National Center for the Teaching and Learning in Nanoscale Science and Engineering (národní centrum, které pomáhá definovat výukové cíle a rozvíjet výuku v oblasti nanotechnologií na středních a vysokých školách), the Nanoscale Informal Science Education Network (sít' vědeckých muzeí se společným cílem podporovat neformální vzdělávací projekty v oblasti nanovědy). V letech 2006 a 2007 byly vědci a didaktiky zformulovány klíčové koncepty nanotechnologií (Big Ideas in Nanoscale Science and Engineering) pro 7. až 12. ročník. Významnou roli ve Spojených státech hraje rovněž tvorba programů pro profesní rozvoj učitelů.

V Evropské unii vzniklo také několik programů např. Time for nano, NANOYOU, NanOpinion. Program NANOYOU vznikl na základě sdělení komise evropského společenství „Na cestě k evropské strategii pro nanotechnologie“.



Obr 1. Ukázka webových stránek projektu NANOYOU

Cílem tohoto projektu bylo informovat mladé lidi v členských státech Evropské unie o nanotechnologiích a jejich aplikacích a podpořit jejich zapojení do rozhovorů o etických, legálních a sociálních aspektech nanotechnologií. Projekt se zaměřil na tři podoblasti: medicínu, energetiku a životní prostředí, informační a komunikační technologie. Nesnažil se pokrýt celou šířku nanotechnologií. Pro učitele byly připraveny materiály a rozděleny na dvě části. První část obsahovala základní principy a koncepty, druhá byla věnována aplikacím právě ve třech výše zmiňovaných oblastech. Mezi NANOYOU pilotními školami byly i dvě z České republiky.

V některých evropských zemích probíhaly i další programy, například ve Švýcarsku Swiss Nano-Cube.

Na Slovensku, které je blízké našemu vzdělávacímu systému, získal v roce 2013 akreditaci první program kontinuálního vzdělávání pro učitele v oblasti nanovědy a nanotechnologií – inovační studium „Základy nanovědy a nanotechnologií“, nabízený Metodicko-pedagogickým centrem v Prešově v celkovém rozsahu 60 hodin. První běh vzdělávání byl zrealizován ve školním roce 2013/2014, kde účastníky byli učitelé různých přírodovědných a technických předmětů, největší zastoupení měli učitelé fyziky. Následně vznikl rovněž podpůrný materiál pro učitele.

Za zmínku by rovněž stály některé počiny v oblasti neformálního vzdělávání. Ve Spojených státech se každoročně koná celostátní festival vzdělávacích programů o nanovědě a nanotechnologiích a jejich možných dopadech na budoucnost NanoDays. Do akce jsou zapojeny vědecká muzea, vědecká centra a univerzity. V letech 2004 až 2015 probíhala v Německu mobilní informační kampaň o nanotechnologiích „nanoTruck – místo setkání nanosvět“, která byla zaměřena na spotřebitele, kteří mají zájem o nanotechnologie a jejich aplikace, žáky základních a středních škol.

### Vzdělávání v nanotechnologiích v České republice

Po roce 2005 se začalo vzdělávání v nanotechnologiích rozvíjet i na českých vysokých školách, což bylo ve srovnání s jinými evropskými státy a USA s určitým zpožděním. První vysokou školou, která získala akreditaci, byla Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. V následujících letech se téměř všechny přírodovědně a technicky zaměřené vysoké školy a univerzity snažily o akreditaci studijních programů týkajících se nanotechnologií. Výjimkou není ani Univerzita Palackého v Olomouci, která nabízí bakalářské a navazující magisterské studium oboru Nanotechnologie na Katedře experimentální fyziky Přírodovědecké fakulty.

Na středních školách nejsou poznatky z oblasti nanotechnologií součástí vzdělávacích programů. Učitelé a studenti se s nimi mohou setkat například v knize *Fyzika aktuálně, příručka nejen pro učitele* od Oldřicha Lepila a kolektivu nebo ve formě populárně naučných přednášek a různých projektů vysokých škol.

Projekt Nové talenty pro vědu a výzkum, který se zabýval popularizací a šířením výsledků vědy a výzkumu v oblasti nanotechnologií, realizovala VŠB – Technická univerzita Ostrava ve spolupráci s Technickou univerzitou v Liberci v letech 2009 až 2012. Další z projektů Moduly jako prostředek inovace v integraci výuky moderní fyziky a chemie, jehož součástí byl i modul Nanotechnologie, byl zaměřen na studenty učitelství přírodovědných předmětů a proběhl v letech 2012 až 2014 na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci ve spolupráci s Pedagogickou fakultou Masarykovy Univerzity v Brně.

Rovněž didaktika fyziky a chemie nabízí řadu bakalářských, diplomových a disertačních prací, které se zabývají vzděláváním v nanotechnologiích a přináší vytvořené učební materiály vhodné pro výuku především na střední škole.

V rámci neformálního vzdělávání se studenti a učitelé mohou setkat s nanotechnologiemi v českých science centrech. V Ostravě nabízí Velký Svět techniky v expozici Svět vědy a objevů oblast zaměřenou na mikro a nano, která se snaží představit nanotechnologie jako možnost pro vytváření nových materiálů a předmětů a změnu jejich vlastností. V IQlandii v Liberci najdou návštěvníci expozici TULaborka – vše o aktuálních objevech na Technické univerzitě v Liberci. V expozici je umístěn stroj na výrobu nanovláken, kterými se TUL v minulosti proslavila, model elektronového mikroskopu a další exponáty související třeba s nanostrukturami v přírodě. Interaktivní muzeum vědy Pevnost poznání nabízí hodinový výukový program Pohled do nanosvěta

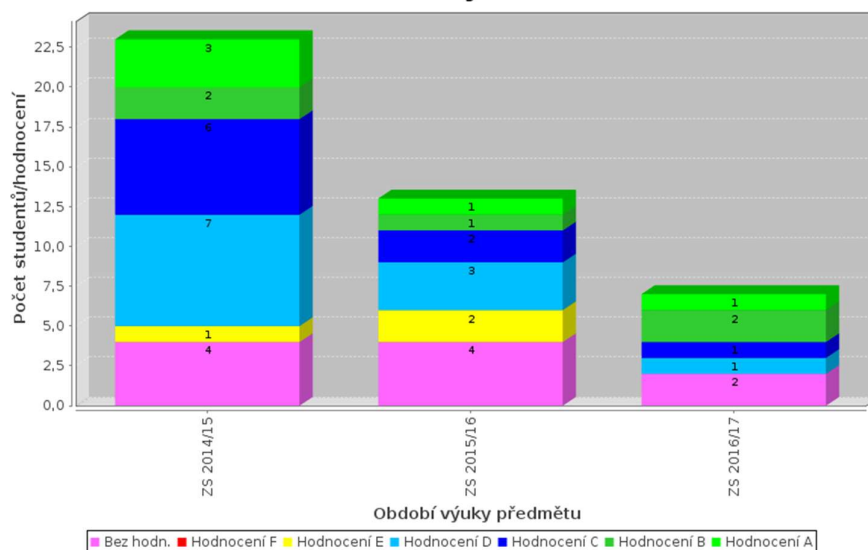
zaměřený na představení základních konceptů z oblasti nanotechnologií pro základní a střední školy.

### Základy nanotechnologií pro učitele

Integrace nanovědy a nanotechnologií do kurikula je pro učitele náročným úkolem. Z pohledu kurikula by nanotechnologie mohly představovat novou disciplínu nebo mohou být rozloženy do středoškolského přírodovědného kurikula díky své interdisciplinární povaze. Je tedy potřeba poskytnout učitelům přírodovědných předmětů rozšířený rozsah znalostí obsahu konceptů nanotechnologií a zajistit jim materiály použitelné v jejich třídách.

V zimním semestru akademického roku 2014/2015 začala na katedře experimentální fyziky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci výuka předmětu Základy nanotechnologií pro učitele (ZANAU). Tento předmět je určen studentům učitelství fyziky bakalářského studia v rozsahu dvouhodinové přednášky a dvouhodinového semináře. Předmět je zakončen zkouškou. Hodnocení studentů v jednotlivých letech ukazuje obr. 2. Přednášky jsou vedeny odborníky v daném oboru a jsou zaměřeny především na nanomateriály a jejich tvorbu.

**KEF/ZANAU - Graf četnosti udělených hodnocení studentům napříč roky**



Obr. 2: Hodnocení studentů napříč roky (STAG UPOL)

### Obsah semináře

Témata, která byla zařazena do semináře, byla vybrána tak, aby z nich mohli studenti učitelství čerpat ve své budoucí praxi. Úvodní seminář byl věnován historii nanotechnologií s doplněním o počátcích a úspěších nanotechnologií v Olomouci. Na dalších seminářích se studenti seznámili s nanostrukturami v přírodě, nanoelektronikou a s možnými aplikacemi nanotechnologií. Tři semináře byly věnovány vzdělávání v nanotechnologiích, seznámení se zdroji materiálů a různým aktivitám, které by mohli budoucí učitelé integrovat do své výuky. Aktivity rovněž pomohly studentům při pochopení klíčových konceptů nanotechnologií. Části těchto aktivit prošli také učitelé z praxe na dílnách Heureka v Náchodě v roce 2015. Popis aktivit lze najít ve sborníku. Pro studenty byla rovněž naplánována exkurze do Regionálního centra pokročilých

technologií a materiálů, kde navštívili především fyzikální laboratoře. Centrem je prováděli vědečtí pracovníci, kteří v jednotlivých laboratořích pracují. V závěru semestru proběhla laboratorní cvičení zaměřená na elektronovou mikroskopii a litografii, kde si studenti sami vyzkoušeli tvorbu a pozorování nanostruktur.

### Závěr

Vzdělávání v nanotechnologiích se stalo součástí přípravy nové generace vědců, aby nedošlo ke zpomalení výzkumu v této interdisciplinární oblasti. Pokud chceme, aby byly aktuální poznatky a klíčové koncepty z nanotechnologií zařazeny do středoškolského přírodovědného kurikula, je zapotřebí věnovat pozornost vzdělávání současných i budoucích učitelů přírodovědných předmětů. Inspirací by mohly být již zmíněné vzdělávání studentů učitelství fyziky na Katedře experimentální fyziky PŘF UP v Olomouci.

### Literatura

1. SHONG, C., HAUR, S. C., WEE A. *Science at the nanoscale, An introductory textbook*. Pan Stanford Publishing Pte. Ltd., 2010. ISBN 9814241032.
2. BRYAN, L. A., MAGANA, A. J., SEDERBERG D. *Published research on pre-college students' and teachers' nanoscale science, engineering, and technology learning*. Nanotechnology Reviews. Volume 4. Issue 1. p. 7–32. ISSN 2191-9097.
3. STEVENS, S. Y., SUTHERLAND, L. M., KRAJCIK, J. S. *The big ideas of nanoscale science & engineering: a guidebook for secondary teachers*. NSTApress, 2009. p. 3–4. ISBN 978-1-935155-07-2.
4. FILIPPONI, L., SUTHERLAND, D. *Nanotechnologies: Principles, Applications, Implications and Hands-On Activities. A compendium for educators*. European Union, 2012. ISBN 978-92-79-21437-0. Dostupné na World Wide Web: <<http://nanopinion.archiv.zsi.at/en/reading-material/nanotechnologies-principles-applications-implications-and-hands-activities.html>>
5. TKÁČOVÁ, Z., LAVICKÝ, T. *Základy nanovědy a nanotechnologií pre učiteľov*. Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave, 2014. ISBN 978-80-8052-761-7.
6. SHRBENÁ, J., ŠPERLINK, K. *Nanotechnologie v České republice 2012*. Septima, s.r.o., 2012. p. 352–357. ISBN 978-80-7216-305-2.
7. TULlaborka, dostupné na Word Wide Web: <<http://www.iqlandia.cz/cz/iqlandia/verejnost/expozice>>
8. Nano a mikro, dostupné na Word Wide Web: <<http://stcostrava.cz/nano-a-mikro>>
9. Základy nanotechnologií, dostupné na Word Wide Web: <[https://stag.upol.cz/portal/studium/prohlizeni.html?pc\\_pagenavigationalstate=H4slAAAAAAGNgYGBkYDEyMzUQZmQAsTmKSxJLUr1TK8E8EV1LIyNjY3MjA2MzC1MTc3MjUwsDoAwDADVK9wY4AAAA#prohlizeniSearchResult](https://stag.upol.cz/portal/studium/prohlizeni.html?pc_pagenavigationalstate=H4slAAAAAAGNgYGBkYDEyMzUQZmQAsTmKSxJLUr1TK8E8EV1LIyNjY3MjA2MzC1MTc3MjUwsDoAwDADVK9wY4AAAA#prohlizeniSearchResult)>

### Kontaktní adresa

Mgr. Lucie Kolářová  
Oddělení didaktiky fyziky, Katedra experimentální fyziky, PŘF UPOL  
17. listopadu 1192/12, 771 46 Olomouc  
Telefon: +420 774 074 547  
E-mail: lucie.kolarova@upol.cz

## UKÁZKA JEDNODUCHÉ FYZIKY A MATEMATIKY NA ZÁZNAMU EKG

David KORDEK

### Abstrakt

Měření EKG patří do základních diagnostických metod v medicíně. Z tohoto měření je možné získat mnoho důležitých fyziologických parametrů. V příspěvku je popsán princip měření EKG. Cílem příspěvku je ukázat výpočet sklonu osy srdeční a tepové frekvence. Oba tyto parametry patří mezi základní parametry, které lze ze záznamu EKG určit. Určení těchto parametrů může být realizováno i se žáky středních škol. Příspěvek ukazuje, že k určení těchto parametrů žákům postačí pouze základní znalost geometrie a algebry.

### AN EXAMPLE OF SIMPLE PHYSICS AND MATHEMATICS IN AN ECG RECORD

#### Abstract

ECG measurement is one of the basic diagnostic methods in medicine. From this measurement it is possible to obtain many important physiological parameters. The paper describes the principle of ECG measurement. The aim of the paper is to show the calculation of the slope of the heart and heart rate axis. Both of these parameters are among the basic parameters that can be determined from the ECG record. Determination of these parameters can be implemented also with the pupils of secondary schools. The contribution shows that only basic knowledge of geometry and algebra is sufficient for determining these parameters.

#### Úvod

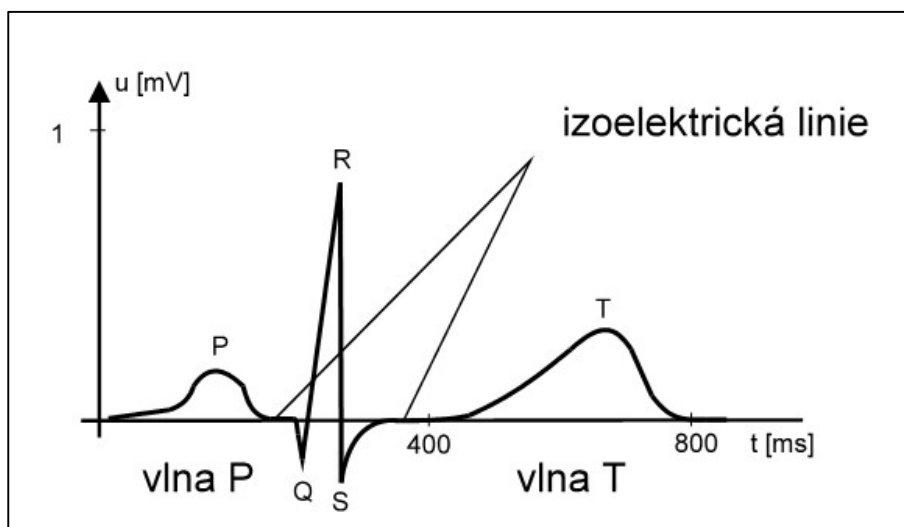
Činnost lidského srdce je pro člověka věcí zcela přirozenou a životně důležitou. Zjednodušeně lze říci, že záznamem srdeční činnosti je tzv. **elektrokardiogram (EKG)**. Problematiku EKG je možné zařadit do oblasti lékařské fyziologie. V rámci učiva střední školy je popis EKG na rozhraní mezi biologií a fyzikou. Na rozdíl od měření jiných fyziologických veličin (např. EEG, dechová křivka, aj.) je základní měření EKG možné realizovat i v rámci laboratorních měření na střední škole. V dnešní době mají také vyučující možnost získat záznam EKG, aniž by jej se žáky měřili. Poté mohou se záznamem EKG se žáky dále pracovat. Cílem příspěvku je popsat základní měření EKG a ukázat vyučujícím na středních školách, jaké parametry z tohoto záznamu mohou se žáky počítat. Při těchto výpočtech nebude nutné využívat znalosti vyšší matematiky.

#### Teorie

Při výkladu teorie, související se záznamem EKG a s následným měřením, se příspěvek nebude zabývat popisem šíření **srdečního akčního potenciálu**, a převodním systémem srdečním. Na úvod je však třeba poznamenat, že svalová tkáň, a tedy i srdeční svalovina, je vzrušivá, tedy má schopnost generovat vzruch ve formě akčního potenciálu (AP) a ten pak šířit. Vzrušivá tkáň srdeční svaloviny se může nacházet ve dvou stavech –

v **klidovém** a **vzbuzeném**. Oba stavy jsou popsány určitým elektrickým stavem buněčné membrány. V klidovém stavu je membrána **polarizována**. Ve vzbuzeném stavu je membrána **depolarizována** (změna polarity membrány). Vzruch se po jednotlivých svalových vláknech šíří systémem **místních proudů**, které vznikají v důsledku potenciálového rozdílu mezi ještě polarizovanou a již depolarizovanou částí svalového vlákna. Tento potenciálový rozdíl lze popsat vektorem odpovídajícího směru a velikosti.

Obvykle měříme projevy elektrické srdeční aktivity na povrchu těla, nikoliv přímo na povrchu srdce. Lze tedy tvrdit, že elektrický potenciál naměřený v daném místě na povrchu těla bude dán složením vlivu všech elektricky aktivních svalových vláken srdce. Pak můžeme vytvořit modelovou situaci, při níž je vlastní rozměr srdce zanedbán vůči ostatním vzdálenostem. Z těchto podmínek je možné jednotlivé vektory, odpovídající v každém časovém okamžiku šíření vzruchu v jednotlivých svalových vláknech, umístit do společného působíště a tím je střed srdce. Vektorovým součtem těchto vektorů, dostaneme vektor jeden, který nazýváme **výsledný (úhrnný) srdeční vektor**. Je zřejmé, že tento výsledný vektor mění v průběhu srdečního cyklu svou velikost i směr. Lze tedy říci, že sledování elektrické aktivity srdce odpovídá sledování změny úhrnného srdečního vektoru. Trajektorie, kterou opíše koncový bod srdečního vektoru v prostoru  $x, y, z$  za jeden srdeční cyklus se nazývá **spaciokardiogram**. Trajektorie, kterou opíše koncový bod srdečního vektoru například v rovině  $x, y$  za jeden srdeční cyklus, se nazývá **vektokardiogram**. Pokud by se provedla kolmá projekce vektokardiogramu do libovolné osy v dané rovině, je možné získat trajektorii koncového bodu srdečního vektoru – množina bodů tvořící úsečku na dané ose. Rozvinutím této jednorozměrné projekce do časové osy lze získat křivku zvanou **elektrokardiogram**. Elektrokardiogram je tedy časový záznam průběhu šíření vzruchu po srdeční svalovině snímáný na zvoleném místě povrchu těla, který se skládá z vln a kmitů. Typický záznam EKG v průběhu jednoho cyklu je vidět na obr. 1.



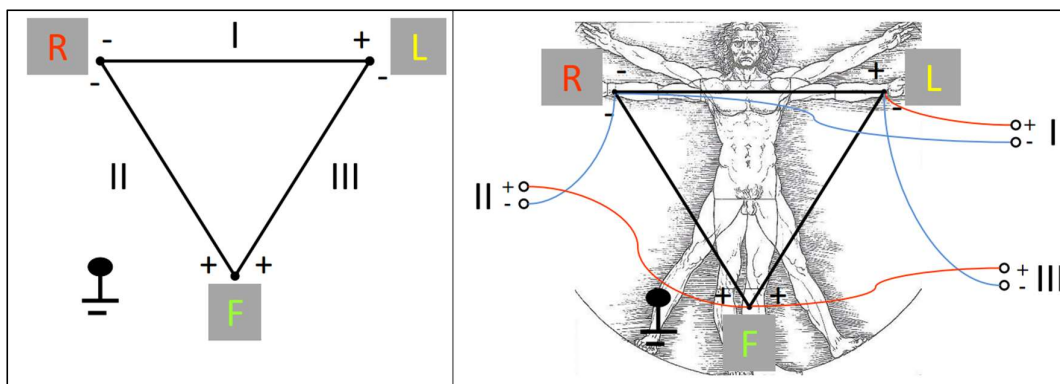
Obr. 1: Typický záznam EKG v průběhu jednoho cyklu

Každý typický záznam EKG zahrnuje **vlnu P** (odpovídá depolarizaci síní), **komplex QRS** (tvořený kmity Q, R, S – odpovídá depolarizaci komor), **vlnu T** (odpovídá repolarizaci komor) a aurikulární T (odpovídá repolarizaci síní – v záznamu EKG je překryt QRS komplexem).

Měření EKG je možné realizovat na libovolném místě povrchu těla. Nejrozšířenější metodikou pro měření a vyhodnocení záznamů EKG, která se dnes používá, je metodika zavedena **Willemem Eithovenem**. Jeho metodika vychází z následujících předpokladů:

- elektrickou srdeční aktivitu sledujeme ve frontální rovině;
- srdce leží v těžišti rovnostranného trojúhelníka, jehož vrcholy jsou levý bérce a pravé a levé zápěstí upažených horních končetin;
- napětí mezi jednotlivými vrcholy rovnostranného trojúhelníka měříme s takovou polaritou registračního přístroje, aby se stejná změna napětí (kladná či záporná) projevila stejně.

Rovnostranný trojúhelník, který je zaveden v předchozích předpokladech, se nazývá **Eithovenův trojúhelník**. Schéma Eithovenova trojúhelníka, včetně polarit jednotlivých vrcholů, je k dispozici na obr. 2.



Obr. 2: Schéma zapojení Eithovenových bipolárních svodů

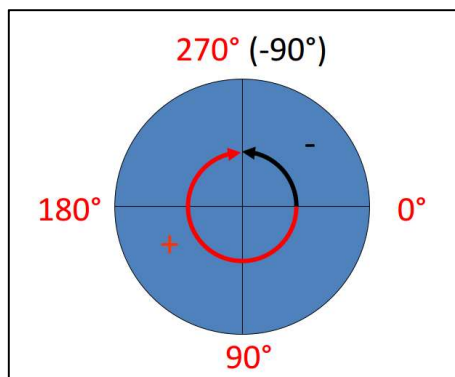
Na základě těchto tří předpisů Eithoven zavedl tři standardizované **bipolární končetinové svody**, které se označují I, II a III. Tyto svody jsou tvořeny **žlutou svorkou L** (levá horní končetina), **červenou svorkou R** (pravá horní končetina), **zelenou svorkou F** (levá dolní končetina), jak je vidět na obr. 2. Čtvrtá černá svorka je pouze zemnicí svorka, která se umístí na pravý bérce. Na I. svodu se měří napětí (rozdíl potenciálů) mezi levým a pravým zápěstím. Na II. svodu se měří napětí (rozdíl potenciálů) mezi pravým zápěstím a levým bérce. Na III. svodu se měří napětí (rozdíl potenciálů) mezi levým zápěstím a levým bérce. Jak již bylo dříve uvedeno, velikost potenciálu pod každou svorkou (snímací elektrodou), se mění v průběhu srdečního cyklu. Tím se mění i napětí  $u_I, u_{II}, u_{III}$  v jednotlivých svodech v průběhu srdečního cyklu. Pro velikost napětí v jednotlivých svodech v libovolném časovém okamžiku lze odvodit následující identitu:

$$u_{II} = u_I + u_{III}.$$

Tomuto vztahu se říká **Einthovenův zákon**. Na základě předchozího popisu je možné říci, že napětí v daném svodu v libovolném časovém okamžiku je kolmým průmětem elektrického srdečního vektoru do směru daného svodu. Standardně se měří tzv. dvanácti svodové EKG (jsou přidány zvýšené unipolární končetinové svody a hrudní svody).

Jeden z parametrů, který je možné z EKG určit i se žáky středních škol, je tzv. **sklon elektrické osy srdeční (EOS)**. Tento parametr je možné pro naše účely definovat jako úhel mezi kolmým průmětem úhrnného srdečního vektoru do frontální roviny a kladným směrem I. svodu (v Eithovenově trojúhelníku) v okamžiku maximální velikosti úhrnného srdečního vektoru při depolarizaci komor. Protože tento okamžik není ze záznamu EKG

vždy možné jednoznačně určit, určuje se sklon elektrické osy srdeční z úhrnné amplitudy QRS komplexu. Úhrnná amplituda QRS komplexu je definována jako algebraický součet velikostí jednotlivých kmitů Q, R, S. Znaménková konvence pro určení sklonu osy srdeční je odlišná od konvence pro odečítání úhlů v matematice. Je možné ji jednoduše znázornit na obr. 3.



Obr. 3: Znaménková konvence pro určování EOS

Fyziologické hodnoty pro sklon elektrické osy srdeční jsou v intervalu:  $(-30^\circ, 110^\circ)$ . Sklon elektrické osy srdeční je možné určit **odhadem**, **graficky** nebo **výpočtem**. V příspěvku se použije grafická metoda, ve které žáci mohou zúročit základní znalosti geometrie.

Druhý parametr, který je možné z EKG určit i se žáky středních škol, je tzv. **tepová frekvence** (TF). Tento parametr je možné pro naše účely definovat jako frekvenci periodické kontrakce srdce, a je možné ji ze záznamu EKG určit ze vzdálenosti dvou po sobě jdoucích prvků daného záznamu, nejlépe ze vzdálenosti dvou sousedních kmitů R–R, značí se  $d_{R-R}$ . Druhý parametr, který je k určení potřeba je rychlost „posuvu záznamu“, značí se  $v$ . Pro výpočet vzdálenosti  $d_{R-R}$  jistě platí následující vztah:

$$d_{R-R} = v \cdot t_{R-R}.$$

Pro frekvenci  $f$  platí obecně známý vztah:

$$f = \frac{1}{t_{R-R}}.$$

Kombinací obou předchozích vztahů lze pro výpočet tepové frekvence TF získat následující vztah:

$$TF = \frac{v}{d_{R-R}} [1/s] = 60 \cdot \frac{v}{d_{R-R}} [1/min].$$

V medicíně se formálně upraví jednotka  $[tepy/min]$ .

### Měření

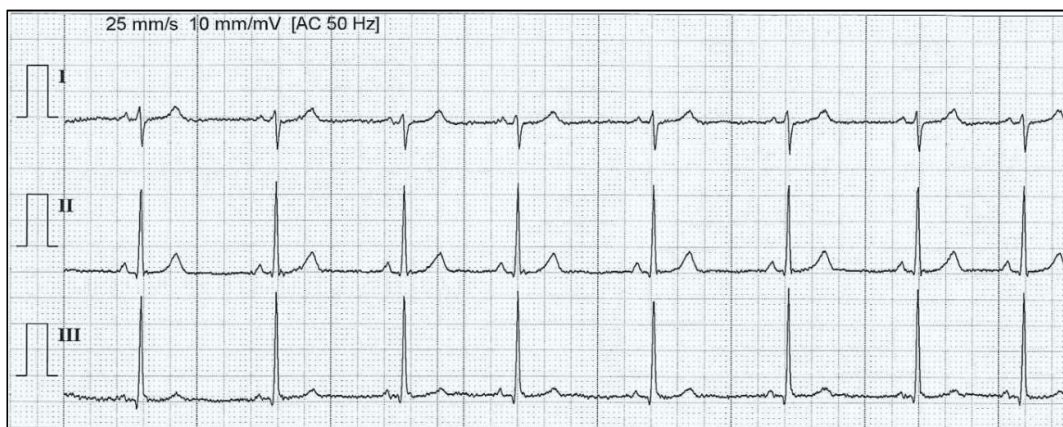
Při realizaci měření EKG při výuce fyziky, nebo biologie na střední škole, má vyučující dvě následující možnosti:



1. Proveďte se kompletní měření. K tomu je však třeba mít k dispozici přístroj na měření EKG, počítač, 4 bipolární končetinové elektrody atd.
2. Vyučující získá vytištěný záznam EKG, a nechá žáky pracovat s takto získaným záznamem. Žáci tak provedou pouze druhou část měření.

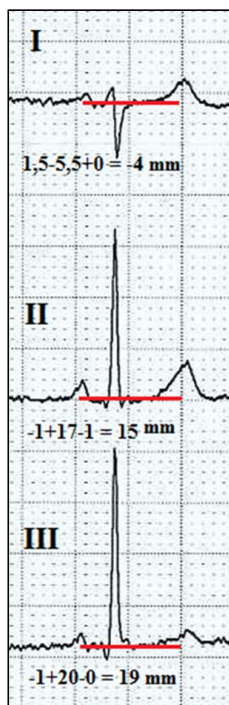
Obě metody mají své výhody a nevýhody. Větší přínos pro žáky by zcela jistě měla 1. možnost, nicméně je oproti 2. možnosti podstatně finančně i technicky náročnější. Vyžaduje také odlišnou organizaci výuky. Z tohoto pohledu se 2. možnost jeví jako přijatelnější.

Vyjde se tedy z 2. možnosti, že vyučující má k dispozici záznam EKG (postačí z bipolárních končetinových svodů). Takový záznam je k dispozici na obr. 4. Pro odečítání hodnot ze záznamu EKG je důležité, aby záznam byl vytištěn v měřítku 1:1.



Obr. 4: Záznam EKG vytištěný v měřítku 1:1, určený pro měření a výpočet EOS

K určení EOS lze se žáky použít grafickou metodu popsanou v teorii. V záznamu EKG se vybere libovolný QRS komplex (po všechny tři svody stejný). Ze záznamu se ve vybraném QRS komplexu změří úhrnná hodnota napětí v jednotlivých svodech. Konkrétně se změří výchylka Q, výchylka R a výchylka S v milimetrech. Hodnoty pod izoelektrickou linií (viz obr. 1) jsou záporné, hodnoty nad izoelektrickou linií jsou kladné. Základní čtverec na obrázku odpovídá 5 mm. Pro každý ze tří svodů se pak ve vybraném QRS komplexu provede algebraický součet všech tří hodnot, výsledná hodnota je amplituda výchylky v milimetrech. Protože výchylka 10 mm odpovídá 1 mV, výsledné hodnoty napětí  $u_I, u_{II}, u_{III}$  jsou v milivoltech 10krát menší. Popsaný postup je znázorněn na obr. 5.



Pro I. svod vybraného QRS komplexu platí:  
 $1,5 - 5,5 + 0 \text{ mm} = -4 \text{ mm}$ , tedy  $u_I = -0,4 \text{ mV}$   
 Pro II. svod vybraného QRS komplexu platí:  
 $-1 + 17 - 1 \text{ mm} = 15 \text{ mm}$ , tedy  $u_{II} = 1,5 \text{ mV}$   
 Pro III. svod vybraného QRS komplexu platí:  
 $-1 + 20 + 0 \text{ mm} = 19 \text{ mm}$ , tedy  $u_{III} = 1,9 \text{ mV}$

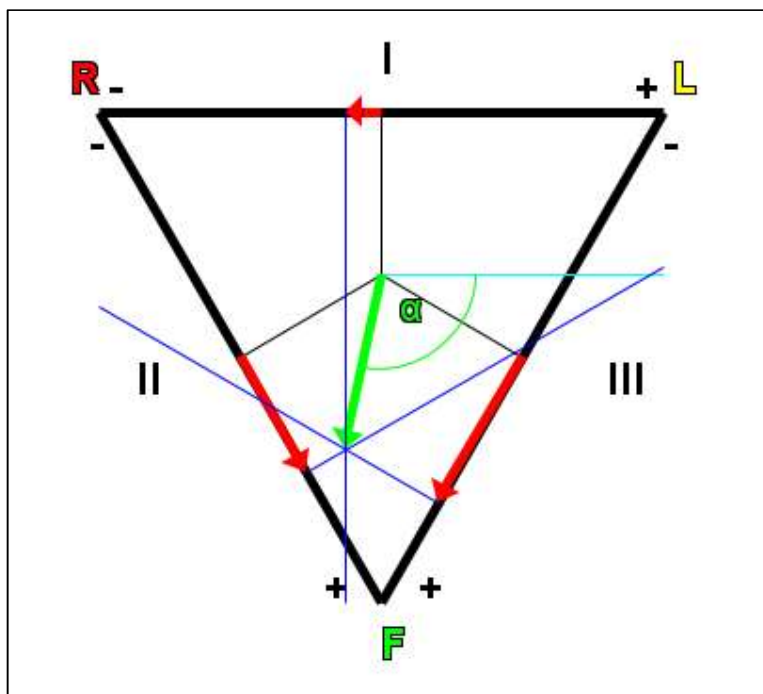
Obr. 5: Měření  $u_I, u_{II}, u_{III}$  z vybraného QRS komplexu záznamu EKG

Podle teorie musí být splněna Eithovenova podmínka  $u_{II} = u_I + u_{III}$ . Ta je v našem případě splněna, protože  $1,5 \text{ mV} = -0,4 \text{ mV} + 1,9 \text{ mV}$ . S ohledem na „nepřesnost“ měření je možné platnost této podmínky zajistit. V závěrečném kroku si žáci narýsují Eithovenův rovnostranný trojúhelník. Je jasné, že velikost strany je libovolná, žáci například zvolí 10 cm. Pro konstrukci úhrnného srdečního vektoru stačí použít dvě ze tří hodnot napětí. Napětí  $u_I = -0,4 \text{ mV}$  je tedy záporný vektor, průmět úhrnného vektoru do I. svodu. Počáteční bod tohoto vektoru tedy bude ve středu strany odpovídající I. svodu. Koncový bod bude ve vzdálenosti např. 2 cm od počátku, směrem do záporných hodnot. Z tohoto bodu se zkonstruuje kolmice na I. svod. Napětí  $u_{II} = 1,5 \text{ mV}$  je tedy kladný vektor, průmět úhrnného vektoru do II. svodu. Počáteční bod tohoto vektoru tedy bude ve středu strany, odpovídající II. svodu. Koncový bod bude ve vzdálenosti 7,5 cm od počátku, směrem do kladných hodnot. Z tohoto bodu se zkonstruuje kolmice na II. svod. Pozor, je samozřejmě velice důležité, aby velikosti obou vektorů byly ve stejném měřítku. Průsečík obou kolmic je koncový bod úhrnného srdečního vektoru, jeho počáteční bod je v těžišti trojúhelníka. Tím žáci graficky našli sklon elektrické osy srdeční, jehož hodnotu změří úhloměrem. Pro zvolený případ je hodnota  $EOS = 102^\circ$ . Vše je vidět na obr. 6.

K výpočtu tepové frekvence si žáci změří libovolnou vzdálenost dvou sousedních kmitů R–R v milimetrech, z obr. 4 je vidět, že  $d_{R-R}$  je například 24 mm. Rychlost posuvu papíru je 25 mm/s. Pak pro tepovou frekvenci platí:

$$TF = \frac{v}{d_{R-R}} [\text{tepů}/s] = 60 \cdot \frac{v}{d_{R-R}} [\text{tepů}/\text{min}] = 60 \cdot \frac{25}{24} [\text{tepů}/\text{min}] \doteq 63 [\text{tepů}/\text{min}].$$

Pro žáky bude jistě užitečnější změřit si více hodnot  $d_{R-R}$ , a dále pracovat s průměrnou hodnotou  $d_{R-R}$ .



Obr. 6: Grafická konstrukce EOS

### Závěr

Téma popsané v příspěvku je pro žáky středních škol principiálně složité téma na rozhraní mezi fyzikou a biologií. Nicméně se právě na tomto tématu, které se v podstatě týká každého z nás, dá žákům ukázat, jak je možné propojit praxi s teorií. Protože žáci svým vyučujícím kladou často otázku: „A k čemu nám tohle bude?“. Matematické dovednosti žáků středních škol jsou takové, že by žáci měli být schopni dané téma zpracovat. Hlavním problémem tak zůstává, jaký teoretický základ vyučující žákům nabídne. Je zřejmé, že tento základ nemůže být tak obsáhlý, jak je obsáhlý v příspěvku. Při výkladu tohoto tématu žákům středních škol bude nutné provést velmi významné zjednodušení. Toto zjednodušení však není možné provést na úkor správného pochopení základního principu. V příspěvku je tedy popsán poměrně složitý fyziologický problém, který byl však zpracováván již v 19. století. Protože v dnešní době žáci na středních školách obtížně zvládají nejjednodušší matematiku (především jednoduchou geometrii), která je nezbytná k přesnému vyjádření základních představ o dějích, musejí učitelé při vysvětlování jevů stále častěji vynechávat matematický popis. Při popisu je však třeba správně vystihnout princip daného jevu, a doplnit jej o modelové obrázky.

### Literatura

1. HRAZDIRA, I. a kol. *Biofyzika*. 2.vyd. Praha: Avicenum, 1990. 320 s. ISBN 80-201-0046-6.
2. NAVRÁTIL, L.; ROSINA, J. a kol. *Medicínská biofyzika*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2005. 524 s. ISBN 80-247-1152-4.
3. TROJAN, S. a kol. *Lékařská fyziologie*. 4. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. 772 s. ISBN 80-247-0512-5.

4. BEZROUK, A. a kol. *Elektrická aktivita srdce, EKG, krevní tlak* – e kurz. Dostupný: <https://moodle.lfhk.cuni.cz/moodle2/course/view.php?id=160>

### Kontaktní adresa

RNDr. David Kordek, Ph.D.

Ústav lékařské biofyziky, Lékařská fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova

Šimkova 870, 500 03, Hradec Králové

Telefon: +420 495 816 464

E-mail: kordekd@lfhk.cuni.cz

## **ELEKTRICKÉ POLE AKTIVNĚ**

Věra KOUDELKOVÁ

### **Abstrakt**

V příspěvku je popsána metodika výuky elektrického pole na střední škole tak, aby studenti získali představu o významu pojmů elektrická intenzita a potenciál. Součástí příspěvku jsou i zkušenosti s použitím metodiky při výuce.

## **ELECTRIC FIELD ACTIVELY**

### **Abstract**

The paper describes teaching-learning sequence concerning electric field and electric potential. The sequence is focused mainly on students' understanding of these terms. Experience with using this sequence during lessons is included in the paper too.

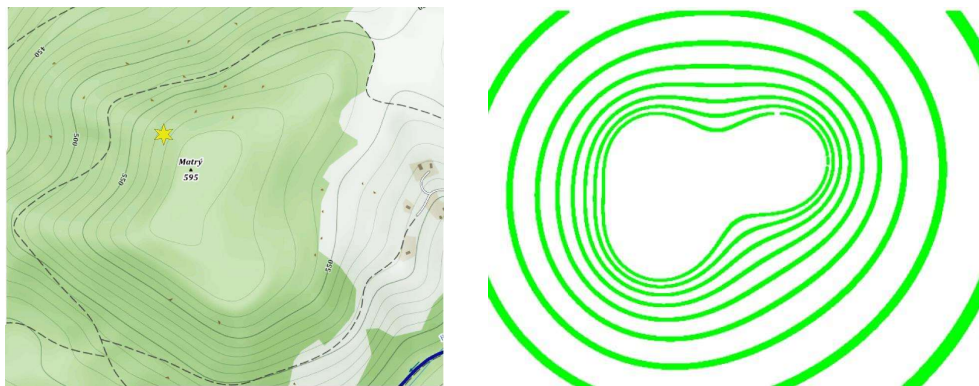
### **Úvod**

Příspěvek představuje metodiku zavedení pojmů elektrická intenzita a elektrický potenciál na střední škole. Metodika je připravena tak, aby přispěla k porozumění studentů daným pojmům. Současně bylo dbáno na to, aby studenti při výuce aktivně pracovali. Při odvození pojmů se vychází z analogie s gravitačním polem, celé téma je zpracováno na 3–4 vyučovací hodiny. V příspěvku jsou popsány pouze vybrané aktivity, celá metodika včetně pracovních listů je součástí dizertační práce (viz [1]).

Pro znázornění elektrického pole je využit aplet, za jehož naprogramování děkuji Mgr. P. Böhmovi. Aplet je k dispozici na adrese [2].

### **Úvodní aktivita – vybudování analogie s kopcem**

První aktivita slouží k vybudování analogie mezi gravitačním a elektrickým polem – studenti nejdříve pomocí pracovního listu popisují základní vlastnosti vrstevnic a směrů spádu na kopci. Snadno dojdou k tomu, že vrstevnice je čára spojující stejné nadmořské výšky, vrstevnice a spádnice jsou na sebe vždy kolmé, větší strmost kopce se pozná tak, že tam jsou vrstevnice hustší apod. V druhé části aktivity řeší obdobné úkoly, ale s abstraktnější „mapou“ – schématem elektrického pole okolo několika bodových nábojů – viz obr. 1.



Obr. 1: Mapa kopce a schéma ekvipotenciálních čar elektrického pole

Na závěr aktivity učitel studentům udělá „překladovou tabulku“ mezi pojmy, které znají z gravitačního pole a odpovídajícími pojmy týkající se elektrického pole (viz tab. 1).

Tab. 1: Srovnání obdobných pojmů týkajících se gravitačního a elektrického pole

A) mapa – gravitační pole	B) obrázek – elektrické pole
nadmořská výška	potenciál
vrstevnice	ekvipotenciální čára (hladina)
rozdíl nadmořských výšek = výška kopce	rozdíl potenciálů = napětí
strmost kopce	intenzita elektrického pole
spádnice	elektrická siločára

Ze zkušenosti lze říct, že aktivita pomáhá studentům „vidět“ elektrické pole (přestože mnohdy jejich představa není lepší než „jsou to divné vrstevnice“, pro praktickou potřebu je tato představa bohatě dostačující). Studenti proto bez problémů z daných obrázků elektrického pole usuzují, kde jsou náboje a jaké mají znaménko, stejně tak jsou schopni nakreslit „pole mezi dvěma řadami opačných nábojů“ (tj. homogenní pole, název ale není před studenty ze začátku použit).

### Odvození elektrické intenzity

Při odvozování intenzity el. pole dostanou studenti nejdříve za úkol navrhnout metodu, jak měřit strmost kopce (resp. jak zjistit, které ze dvou míst na kopci je strmější). K řešení samozřejmě nelze použít „je to vidět“, protože elektrické pole nevidíme. Mezi řešeními se objevuje např.:

- Zapíchnout tyč svisle a změřit úhel mezi tyčí a kopcem
- Provrtat kopec v daných místech vodorovně a poté určit, z kterého je větší vzdálenost na vrchol (vychází z úvahy, že čím strmější kopec, tím kratší cesta)
- Pustit kuličku a měřit její rychlost
- ...

Studenti poslední metodu snadno přijmou po mírných úpravách jako nejspíše převoditelnou do elektrického pole – místo rychlosti je u zrychleného pohybu vhodnější měřit zrychlení, ale to špatně měří, je proto vhodné kuličku pověsit na siloměr a měřit sílu, kterou je tím siloměrem držena. Strmost kopce tak odpovídá síle, která působí na

malou hmotnou kuličku. Analogicky v elektrickém poli, elektrická intenzita je síla, která působí na malou nabitou kuličku, tj. bodový náboj.

### Náznak odvození el. potenciálu

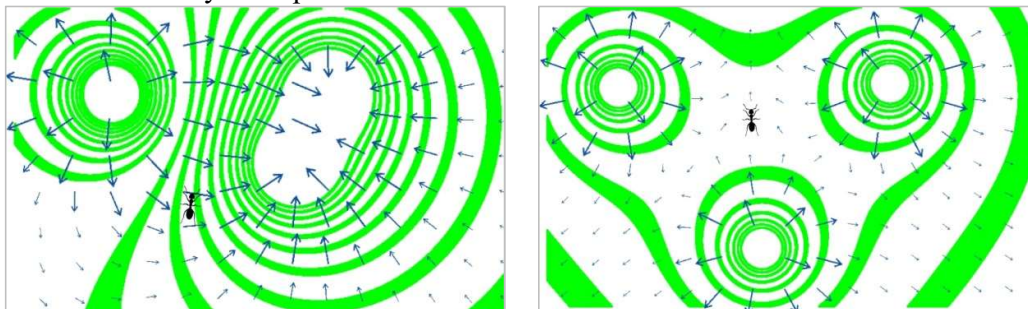
Vzhledem ke špatně srozumitelnému středoškolskému odvození elektrického potenciálu z potenciální energie, byla i tady snaha pomoci studentům porozumět tomuto pojmu pomocí analogie s kopcem.

Myšlenka odvození vychází z toho, že na jeden kopec (tj. do jedné nadmořské výšky) se lze dostat několika různými cestami, přičemž platí, že čím je cesta strmější, tím je kratší. Tj. lze formulovat „rovnici“: „nadmořská výška = strmost krát vzdálenost“. Po převedení do elektrického pole by tato rovnice zněla  $\varphi = E \cdot r$ . Přestože odvození není „fyzikálně čisté“ (např. není vůbec jasné, co je „vzdálenost“, strmost je definována velmi vágně apod.), ukazuje se, že studentům k porozumění souvislosti mezi elektrickou intenzitou a potenciálem pomáhá. Učitel by si ale problematičnosti odvození měl být samozřejmě vědom.

### Mravenec v elektrickém poli

Aktivitu nazvanou Mravenec v elektrickém poli lze využít poměrně nezávisle na zbytku metodiky – vhodná je např. k závěrečnému shrnutí, opakování po prázdninách apod.

Studenti v rámci ní pracují s pracovním listem, na kterém je několik nákrešů elektrického pole s mravencem umístěným v každém obrázku (viz obr. 2). K tomu mají studenti texty s popisy daných polí „z pohledu mravence, který vidí el. pole“. Úkolem studentů je přiřadit, který mravenec popisuje a které pole a zda ho popisuje z pohledu elektrické intenzity nebo potenciálu.



Obr. 2: Mravenec v elektrickém poli

Příklady textu:

- „Přijdu si, jako kdybych se díval do čím dál strmějšího trychtýře – napravo přede mnou svah strmě padá dolů. Za mnou je svah poměrně pozvolný.“ (text patří k obr. 2 vlevo, z pohledu elektrické intenzity)
- „Stojím na planině v nejnižším místě pole. Okolo mě jsou všude kopce, všechny vypadají přibližně stejně vysoké.“ (text patří k obr. 2 vpravo, z pohledu elektrického potenciálu)

### Zkušenosti s využitím metodiky ve výuce

Metodika byla použita v druhém ročníku gymnázia dva po sobě jdoucí roky, vždy v jedné třídě. Navíc některé její části byly využity i v rámci přednášky z elektřiny a magnetismu v 1. ročníku učitelství fyziky na MFF UK.

Přestože se výuky pomocí popsané metodiky neúčastnil velký počet studentů, lze z výuky formulovat několik závěrů. Zdá se, že studenti mají mnohem lepší představu elektrického pole a mají tak mnohem menší problém s počítáním kvantitativních úloh (včetně úloh týkajících se principu superpozice, které často dělají studentům problémy). Stejně tak je tato představa pro ně přenositelná i do dalších částí fyziky (například přirozeně popisují napětí v analogii s výškou ve vodním modelu elektrických obvodů).

Studenti výuku popisovali jako zajímavou, oceňovali, že aktivně pracují, a nejen poslouchají výklad. Aktivita týkající se elektrického mravence velkou část studentů zaujala svou netradičností, studenti si dokonce vyžádali nějakou úlohu s mravencem do testu.

Většina studentů zmiňovala, že jim analogie pomohla si to lépe představit, viz např.:

- „Výklad byl velice zajímavý a srozumitelný, snad jsem pochopil vše. Vrstevnice opravdu pomohly.“
- „Líbilo se mi porovnání s kopcem, protože představit si to pouze v hlavě by bylo těžké.“

### Závěr

Výše popsaná metodika je určena primárně studentům středních škol, ale některé její části lze použít i na jiných stupních škol. Zájemcům je kompletní metodika dostupná v dizertační práci [1]. Použijete-li metodiku (nebo její části) ve své výuce, budu ráda, pokud mi dáte vědět Vaše zkušenosti.

### Literatura

1. KOUDELKOVÁ, V. *Elektřina a magnetismus vlastníma rukama a hlavou*. Dizertační práce. Dostupné na: <<http://kdf.mff.cuni.cz/~koudelkova/dizertace.pdf>>
2. BÖHM, P. *Elektrické pole bodových nábojů*. Aplet. Dostupné na: <<http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/elmag/html/aplety/elmag1.html>>

### Kontaktní adresa

RNDr. Věra Koudelková, Ph.D.  
KDF MFF UK  
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8  
Telefon: +420 739 656 256  
E-mail: vera.koudelkova@mff.cuni.cz



## ICT V ASTRONOMICKÉ OLYMPIÁDĚ

Jan KOŽUŠKO, Václav PAVLÍK

### Abstrakt

Astronomická olympiáda využívá coby poměrně mladá soutěž ve velkém rozsahu informační a komunikační technologie. Učitelé mají k dispozici portál pro přístup k zadání, správu výsledků a registraci účastníků postupových kol. Soutěžící řeší část úloh elektronicky. Pro tvorbu zadání se využívá speciální šablona typografického systému LaTeX, umožňující sazbu zadání a řešení z jednoho zdrojového souboru.

## ICT IN ASTRONOMICAL OLYMPIAD

### Abstract

Being a young competition, Astronomy olympiad uses the Internet and communication technology on a large scale. Teachers have access to our online administration that allows them to view the exercises, solutions and results or maintain the database of students. Participants also solve several exercises online. Finally, we use a custom made LaTeX template for typesetting both the tasks and solutions from a single source file.

### Úvod

Astronomická olympiáda je oborovou soutěží, akreditovanou MŠMT ve skupině A. Ve školním roce 2016/2017 probíhal její 14. ročník. V současné době se jí v základním kole účastní okolo 10 000 řešitelů. Během prvních třech ročníků byla otevřena pouze jedna kategorie a organizace soutěže byla zvládnutelná s využitím papírové evidence. Internetové stránky byly statické (HTML s využitím rámců) a komunikace probíhala převážně klasickou poštou. Zavádění dalších kategorií s sebou přineslo nárůst počtu soutěžících a vyšší časovou náročnost organizace soutěže. To vedlo k postupnému většímu využívání informačních a komunikačních technologií (ICT) při organizaci soutěže. V tomto příspěvku představíme funkce sekce pro učitele, řešení úloh pomocí prostředků umožňujících vzdálený přístup a šablonu pro sazbu zadání v publikačním systému LaTeX.

### Sekce pro učitele

Původní koncept, kdy učitelé zasílali opravené práce řešitelů školního kola Ústřední komisi, která centrálně zajišťovala jejich zápis do výsledkové listiny v tabulkovém procesoru, se v roce 2008 ukázal jako neudržitelný. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto o převedení internetových stránek olympiády na technologii využívající skriptovací jazyk PHP a databázový systém MySQL. Byla zavedena sekce pro učitele, jejímž primárním účelem byla adresná distribuce zadání a vzorového řešení školního kola (oboje musí s ohledem na charakter školního kola zůstat řešitelům utajeno až do zahájení řešení, a proto není možné vystavit zadání volně na webu). Prostřednictvím interaktivního formuláře zadávají učitelé výsledky školního kola do databáze. V následujících ročnících byl formulář rozšířen o funkci našeptávače, která po napsání prvních tří znaků včetně

nabízí jména, která se v předchozích letech vyskytla na dané škole, po napsání čtvrtého znaku pak odpovídající jména z celé databáze. Pomocí JavaScriptové knihovny se automaticky generuje třetí pád jména a příjmení soutěžících pro použití na diplomech. K dispozici jsou automaticky generované diplomy školního a krajského kola, výsledkové listiny školního kola s percentily v rámci školy, kraje a celé ČR.

Dalšími funkcemi sekce pro učitele jsou registrace prací krajského kola a registrace finalistů. Při zaslání prací krajského kola poštou se učitelé často dotazovali, zda Ústřední komise zásilku obdržela. Dohledávání a párování došlých zásilek s dotazy učitelů představovalo pro organizátory značnou zátěž. Aby bylo možné poptávku učitelů po informaci o doručení zásilky efektivně uspokojit, byla zavedena online registrace účastníků krajského kola. Vyučující založí v systému zásilku, které je přiřazeno pořadové číslo. Toto se napíše na obálku a je tak možné snadno spárovat zásilku se záznamem v databázi a zaslat učiteli automaticky generované potvrzení o doručení prací krajského kola. Účast na finále potvrzuje učitel nebo finalista buď v sekci pro učitele, nebo přímým odkazem s využitím autorizačního tokenu (náhodně vygenerovaného unikátního řetězce sloužícího k autorizaci přístupu k záznamu v databázi).

### Řešení úloh online

Od roku 2010/2011 řeší soutěžící část úloh online. V pilotním běhu se mohli řešitelé rozhodnout mezi online a papírovou variantou. Po úspěšném testování byla papírová varianta přehledového testu v krajském kole zrušena. Přehledový online test, jehož cílem je připravit a motivovat soutěžící k řešení výpočetních teoretických a praktických úloh domácí části krajského kola, přitáhl k řešení další zájemce. Meziročně došlo k výraznému nárůstu aktivních řešitelů krajského kola na dvoj- až čtyřnásobek v jednotlivých kategoriích. Od školního roku 2016/17 je online přehledový test součástí krajského kola ve všech kategoriích. Žáci i učitelé si mohou po skončení prohlédnout detailní vyhodnocení odpovědí.

Na základě ankety provedené mezi učiteli byla od školního roku 2016/17 zavedena možnost řešit část úloh školního kola online. Online úlohy zahrnovaly testové otázky s nabídkou odpovědí, text s vynechanými výrazy, doplňovačku a doplnění názvů objektů k obrázkům. Učitelé mají po vypršení časového limitu možnost prohlížet automaticky obodované odpovědi žáků a v případě potřeby navržené hodnocení korigovat.

### Šablona v LaTeXu

Pro sazbu zadání a vzorových řešení byl původně používán formát Dokument Microsoft Word. Ten dlouhou dobu úspěšně plnil svou práci, avšak s přibývajícím autory zadání začala růst i rozmanitost používaných operačních systémů. Ti, kdo neměli předplacenou licenci MS Word, nebo kterým instalaci tohoto softwaru ani jejich operační systém nedovoloval, museli používat volně dostupné editory formátu .doc, což jim často nedovolovalo dosáhnout uspokojivých výsledků.

Od školního roku 2014/15 se proto Ústřední komise rozhodla přejít k sazbě v LaTeXu, tedy jazyku, který se již dlouhá léta běžně používá pro sazbu vědeckých textů a článků. Jeho výhodou oproti dříve používanému formátu (a editoru) je jednak to, že lze použít na jakémkoliv operačním systému, přičemž výsledek bude vždy stejný, a také to, že je volně dostupný. Styl, který se pro sazbu používá, byl vytvořen tak, aby se zdrojový dokument .tex jevil co možná nejprehlednější – např. všechny zavedené příkazy mají na první pohled zřejmé názvy a veškeré dodatečné balíky, na kterých styl závisí, nebo které by mohly být potřeba při tvorbě zadání, si LaTeX zavolá sám.

Od září roku 2014, kdy se šablona s názvem „astrolymp“ objevila ve verzi 1.0, zaznamenala do dnešního dne značných změn. Tato první verze byla jen definicí stylu sazby, která vycházela ze vzhledu dřívějších zadání. Záhy byly ale definovány příkazy pro sazbu nejrůznějších typů úloh. Dnes nám šablona umožňuje sazbu typograficky komplikovaných zadání s rovnicemi, tabulkami, grafy atd., dvojjazyčnou sazbu (česky a anglicky), propojení s databázovými soubory ve formátu CSV, automatické sčítání bodů jednotlivých příkladů, vyplnění hlavičky v závislosti na kategorii a kole, tvorbu křížovek pro nejnižší kategorie a další. Velké zjednodušení oproti předchozímu způsobu sazby je také v tom, že lze vytvořit soubory se zadáním, veřejným řešením a řešením s poznámkami pro opravující pomocí jediného zdrojového souboru. Výhledově plánujeme přidat např. možnost vytváření slepých map oblohy.

Šablona se ukázala jako užitečná nejen pro sazbu zadání a řešení. V poslední době ji využívá Astronomická olympiáda k vytváření oficiálních dokumentů (zápisů z jednání nebo pozvánek) a díky možnosti propojení s databázemi také ke tvorbě jmenovek a prezenčních listin pro ústřední kola či soustředění.

Aktuální verze 3.2 s kompletní dokumentací je komukoliv volně dostupná z repozitáře GitHub ([github.com/pavlikva/astrolymp](https://github.com/pavlikva/astrolymp)). Použití se řídí dle GNU General Public License v3.0.

### Závěr

Využití ICT v Astronomické olympiádě pomohlo k optimalizaci a zefektivnění technických a administrativních úkonů, což umožnilo organizátorům využít uvolněnou kapacitu na další zatraktivňování odborného obsahu soutěže a vytváření původních úloh, které mají pozitivní ohlas i v mezinárodním měřítku.

### Literatura

1. *Astronomická olympiáda*. © 2017, poslední aktualizace 23. 04. 2017. Dostupné online <<http://olympiada.astro.cz>>.
2. RANDA, M., KOŽUŠKO, J. *Astronomická olympiáda v České republice*. Československý časopis pro fyziku. Svazek 62 (2012), č. 5–6., str. 391–394. ISSN 0009-0700.
3. KOŽUŠKO, J. *10 let Astronomické olympiády v České republice*, Sborník konference „Astronomické vzdelávanie na základných a stredných školách v 21. storočí“, Ružomberok, 13.–14. 6. 2013. ISBN 978-80-561-0011-0.
4. KOŽUŠKO, J. *Astronomická olympiáda jako odrazový můstek do přírodních a technických věd*. Sborník konference SciCom v přírodních vědách II, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 12.–13. 11. 2013. ISBN 978-80-248-3317-0.

### Kontaktní adresa

Dr.-Ing. Jan Kožuško  
Česká astronomická společnost  
Fričova 298, 251 65 Ondřejov  
Telefon: +420 776 200 522  
E-mail: [kozusko@astro.cz](mailto:kozusko@astro.cz)

## ÚLOHY AO VE VÝUCE FYZIKY

Radek KRÍČEK, Petra HYKLOVÁ

### Abstrakt

Zkušenost i některé odborné práce ukazují, že astronomická témata mají vysoký potenciál zaujmout žáky během výuky. V příspěvku je stručně představena Astronomická olympiáda a na konkrétních příkladech ukázáno, kde mohou učitelé využít veřejnou databázi úloh při výuce fyziky. Ukázky se týkají mechaniky, kvantové fyziky a optiky.

### ASTRONOMY OLYMPIAD TASKS IN PHYSICS EDUCATION

#### Abstract

According to our experience and certain studies, students' interest in lessons can be enhanced by using astronomical problems. We briefly introduce Czech Astronomy Olympiad, present several examples from its public database of tasks and explain in which topics teachers can use them. The topics shown here are mechanics, quantum mechanics and optics.

### O Astronomické olympiádě

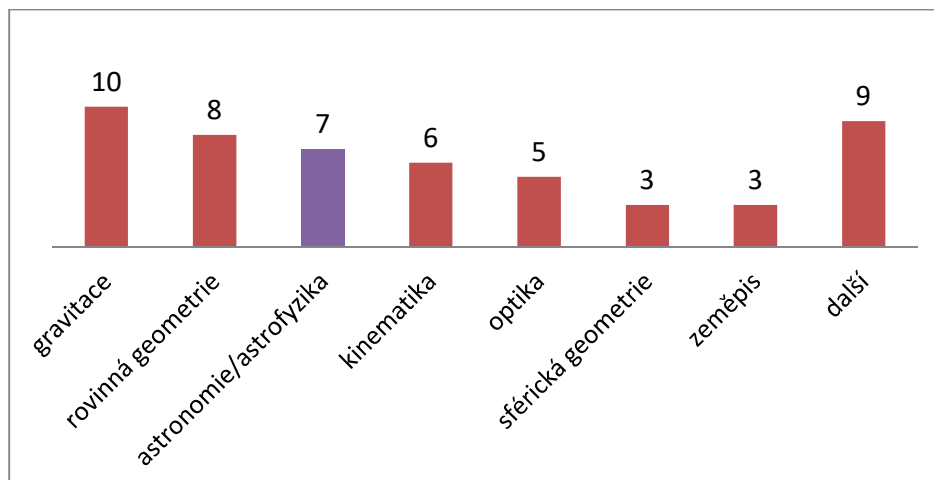
Astronomickou olympiádu [1] řeší česká mládež od roku 2003. Jedná se o soutěž v astronomii a také příbuzných oborech. Zúčastňují se jí žáci šestých tříd základních škol až posledních ročníků středních škol. Přiřazení kategorií jednotlivým ročníkům ukazuje tab. 1.

ročník	6. a 7. třída ZŠ	8. a 9. třída ZŠ	1. a 2. ročník SŠ	3. a 4. ročník SŠ
kategorie	GH	EF	CD	AB

Tab. 1: Kategorie Astronomické olympiády.

Soutěž probíhá v několika kolech. Školní kolo je prezenční a pořádají jej učitelé na školách. Většina řešitelů postupuje do krajského kola, kde se zadání skládá z několika částí. Tradičně jsou součástí domácí početní úlohy, dále praktická (často pozorovací) úloha a nově od školního roku 2016/17 také prezenční počítačová část ve škole. Žáci s nejlepším bodovým hodnocením se dostávají do celostátního finále, které se zpravidla koná v Praze a Opavě. Nejlepší z finalistů jsou pozváni na letní soustředění, kde se v astronomii dále vzdělávají a také jsou z této skupiny vybráni reprezentanti na dvě mezinárodní astronomické soutěže. Zde se Česká republika zpravidla dobře umísťuje.

Úlohy Astronomické olympiády se sice „točí“ kolem vesmíru, nicméně díky interdisciplinární povaze astronomie zde využíváme, prověřujeme i vysvětlujeme poznatky z řady jiných oborů. Letmý průzkum 51 úloh je graficky zpracován v grafu 1. Zde vidíme, že úloh s výrazně vyhraněným astronomickým obsahem (jako jsou např. úlohy týkající se Pogsonovy rovnice), kde bychom obtížně hledali souvislost s vyučovanou základo- a středoškolskou látkou, je celkem pouze 7. Většina je tedy vhodná k využití ve výuce fyziky i dalších předmětů.



Graf 1: Počty úloh ve studovaném vzorku podle zaměření.

Úlohy mohou využívat především fyzikáři, ale i učitelé matematiky a dalších předmětů. Lze je zařadit jednoduše jako procvičovací příklad, námět k rozšíření probírané látky o její aplikace ve vesmíru, nebo, s trochu větší invencí, sestavit například soutěžní sadu. Na několik konkrétních příkladů se nyní podrobně podíváme.

### Ticho před bouří

Kategorie EF, 2015/16, školní kolo, autor Radek Kříček.

Zadání a řešení: *Je známo, že lze při bouři z časové prodlevy mezi bleskem a hromem vypočítat, jak daleko od nás blesk udeřil. Zatímco rychlost světla je obrovská, a blesk tak vidíme prakticky okamžitě, rychlost zvuku je mnohem menší, a proto trvá nějakou dobu, než uslyšíme hrom.*

- a) *Změřili jsme prodlevu mezi bleskem a hromem  $\Delta t = 10$  s. Rychlost zvuku ve vzduchu (při teplotě  $15^\circ\text{C}$ ) je  $v_{\text{země}} = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Jak daleko od nás blesk udeřil?*

$$s = v\Delta t = 3,4\text{km}$$

- b) *Bouře probíhají i na některých dalších tělesech sluneční soustavy. Jsou jimi např. planeta Venuše nebo Saturnův měsíc Titan. Představ si, že stojíš na povrchu těchto těles a náhle udeří blesk ve stejné vzdálenosti jako v minulé úloze. Za jak dlouho uslyšíš na jednotlivých tělesech hrom? Rychlosti zvuku jsou  $v_{\text{Venuše}} = 410 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ,  $v_{\text{Titan}} = 200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .*

$$\Delta t_{\text{Venuše}} = \frac{s}{v_{\text{Venuše}}} \approx 8,3\text{s}$$

$$\Delta t_{\text{Titan}} = \frac{s}{v_{\text{Titan}}} \approx 17,0\text{s}$$

Tato úloha může sloužit jako alternativa k tradičním úlohám typu „Vlak z Opavy jede danou rychlostí, kdy dojde...“. Kromě toho nabízí i několik možností k propojení výkladu s jinými tématy – akustikou, rozdílem mezi rychlostí světla a zvuku, přibližným určením vzdálenosti bouře a související ochranou před zásahem bleskem. A samozřejmě s astronomií – výkladem o atmosférách jiných těles, o Titanu jakožto jediném měsíci

sluneční soustavy s atmosférou, o příčinách tohoto stavu (Titan, velikostně srovnatelný s planetou Merkur, má dostatečně velkou únikovou rychlost v porovnání se střední kvadratickou rychlostí molekul plynu).

### Nebeská mechanika

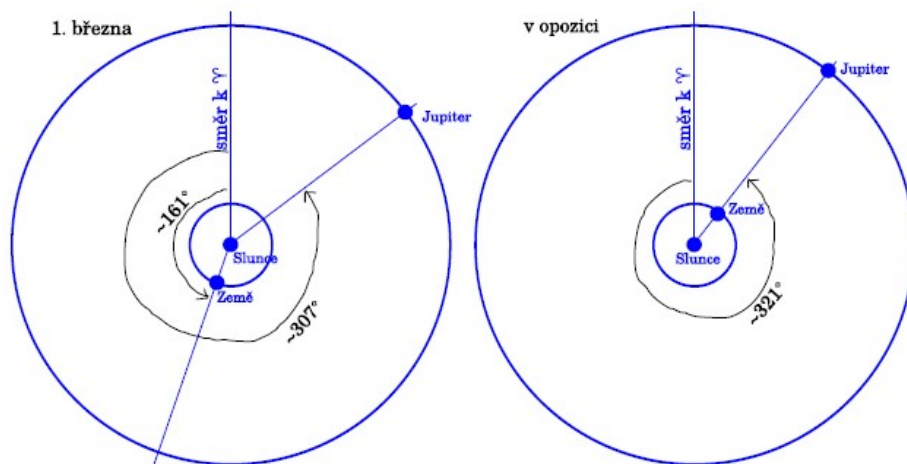
Kategorie EF, 2015/16, krajské kolo, autor Václav Pavlík (mírně upraveno).

Zadání a řešení: *Nejprve si představ, že stojíš v otevřené krajině. Jak popíšeš kamarádovi, kterým směrem leží jaké objekty? Užitečné je zvolit základní směr (směr k severu) a potom zadat úhel, který svírá směr k danému objektu s tímto směrem (to se nazývá azimut). Naším cílem ale nyní nebude zabývat se azimutem. Byla to jen ilustrace, jakým způsobem popisujeme polohu planet ve sluneční soustavě. Kdybychom stáli tam, co je Slunce, planety sluneční soustavy by nás obíhaly přibližně ve stejné rovině (nazývá se ekliptika). Abychom dokázali jednoznačně popsat jejich okamžitou polohu, zavádí se i zde jistý základní směr, od kterého měříme úhel, který svírá směr od Slunce k planetě se základním směrem. Napovíme, že zmiňovaný úhel se nazývá heliocentrická ekliptikální délka.*

- a) *Napiš, jak se nazývá základní směr pro určení heliocentrické ekliptikální délky. Ve kterém souhvězdí tento bod leží? Jakým symbolem se tento bod označuje?*

*jarní bod, souhvězdí Ryb, symbol ♈*

- b) *Dne 1. března 2009 byla heliocentrická ekliptikální délka Jupiteru  $l_J = 307^\circ 28'$  a Země  $l_Z = 161^\circ 33'$ . Vytvoř vedle sebe dva stejně velké obrázky. Do obou nakresli Slunce a základní směr heliocentrické ekliptikální délky. Dále narýsuj dráhy Země a Jupiteru se správným poměrem poloměrů oběžných drah (předpokládej, že se jedná o kružnice). V prvním obrázku vyznač polohu Země a Jupiteru pro 1. březen 2009, ve druhém vyznač polohy obou těles při opozici.*



Obrázek 1: Řešení úlohy Nebeská mechanika, část (b).

- c) *Poloha planet, a tedy i úhel, který svírá směr od Slunce k planetě se základním směrem, se v čase mění. Úhel, který planeta průměrně opíše za jeden den, se nazývá střední denní pohyb. Spočítej, kdy by mělo dojít k nejbližší opozici*

Jupiteru při pohledu ze Země. Víme, že střední denní pohyb Země je  $n_Z = 59,1'$  a střední denní pohyb Jupiteru  $n_J = 5,0'$ .

$$l_Z^{\text{opozice}} = l_J^{\text{opozice}}$$

$$l_Z + n_Z \Delta t = l_J + n_J \Delta t$$

$\Delta t \approx 163$  dní, tedy 11. srpna 2009

Nebeská mechanika je ukázkou úlohy, využívající koncept úhlové rychlosti. Formulována je tak, aby se řešitelé naučili úhlovou rychlost používat, i pokud o ní zatím neslyšeli. Kromě toho si procvičí orientaci ve hvězdné mapce při identifikaci planety (viz originální verze úlohy na webu) a dozví se o existenci opozic Jupitera, při kterých nastávají ideální pozorovací podmínky. Jedná se o vděčný objekt při pozorování oblohy okem i menším dalekohledem.

### Obyvatelná zóna

Kategorie EF, 2015/16, finále, autor Václav Pavlík (mírně upraveno).

Zadání a řešení: ...

- b) *U exoplanety se sice nepodařilo změřit její rozměry, ale v prvním přiblížení můžeme předpokládat, že je kulovitého tvaru. Exoplaneta je daleko od hvězdy, lze tudíž předpokládat, že hvězda osvětluje vždy celou přivrácenou polokouli. Na exoplanetu dopadá část hvězdného záření, které závisí na poměru plochy průřezu exoplanety a povrchu koule s poloměrem rovným vzdálenosti exoplanety od hvězdy. Vyjádři proto obecným vzorcem, ve kterém bude vystupovat poloměr planety ( $R$ ), jaký je obsah průřezu exoplanety.*

$$\text{obsah kruhu } S_1 = \pi R^2$$

- c) *Exoplaneta, stejně jako všechna tělesa, vyzařuje energii z celého svého povrchu pryč do všech směrů. Vyjádři opět obecným vztahem, závislým na poloměru exoplanety ( $R$ ), jak velkou plochou exoplaneta vyzařuje.*

$$\text{povrch koule } S_2 = 4\pi R^2$$

- d) *Základní podmínkou života, jaký známe, je voda. Pokud by exoplaneta obíhala moc blízko hvězdy, voda by se vypařila. Kdyby exoplaneta obíhala moc daleko, voda by zmrzla. Abychom zjistili, jestli je exoplaneta v obyvatelné zóně, musíme spočítat, jak daleko je exoplaneta od hvězdy. Budeme vycházet z toho, že se pohlcená a vyzářená energie rovnají, neboli*

$$\frac{S_1}{4\pi d^2} \alpha L = S_2 \sigma T^4,$$

kde  $\sigma$  je Stefan-Boltzmannova konstanta,  $T$  povrchová teplota exoplanety, parametr  $\alpha$  udává, jakou část dopadajícího záření exoplaneta absorbuje (v našem případě  $\alpha \approx 0,70$ ),  $L$  je zářivý výkon hvězdy (v tomto případě roven zářivému výkonu Slunce  $3,846 \cdot 10^{26}$  W).

*Spočítej, v jaké vzdálenosti  $d$  od hvězdy by povrch exoplanety měl teplotu varu vody (za normálního atmosférického tlaku). Výsledek uveď v astronomických jednotkách s přesností na 3 desetinná místa.*

$$T = 100 \text{ }^\circ\text{C} \approx 373 \text{ K}$$

$$d = \sqrt{\frac{\alpha L}{16\pi\sigma T^4}} \approx 0,467 \text{ au}$$

V Obyvatelné zóně se setkáváme s úlohou na téma Stefan-Boltzmannova zákona. Zákon je zde řešitelům AO zadán, starší žáci však mohou využít jeho znalost k samostatnému sestavení výše uvedené rovnice zachování energie. Kromě nutných znalostí z geometrie, využitých v částech (b) a (c), se úloha zabývá i 3. Keplerovým zákonem v části (a), uveřejněné na webu, a má v části (e), uveřejněné tamtéž, přesah do biologie díky souvislosti s životem na cizích světech. Tímto aktuálním tématem se zabývá příspěvek [2].

### Příklad 1

Kategorie CD, 2014/15, finále, autor Tomáš Gráf.

*Zadání a řešení: Vypočítejte průměr  $D_r$  paraboly radioteleskopu, který by měl stejné úhlové rozlišení na frekvenci  $\nu_r = 20$  MHz jako optický dalekohled o průměru  $D_o = 5$  cm pro vlnovou délku  $\lambda_o = 500$  nm.*

$$\lambda_r = \frac{c}{\nu_r} \approx 15 \text{ m}$$

$$1,22 \frac{\lambda_o}{D_o} = 1,22 \frac{\lambda_r}{D_r}, \text{ tedy } D_r = \frac{\lambda_r}{\lambda_o} D_o \approx 1 \text{ 500 km}$$

Tato úloha má ve svém názvu pouze číslo. Je příkladem řady úloh AO, souvisejících s optikou. Diskutovat se s žáky dají překvapivé výhody a nevýhody radioastronomie – zcela nezávislé „okno do vesmíru“ (viz např. [3]), umožňující přímá pozorování objektů skrytých v optickém oboru za mračny mezihvězdného prachu (např. galaktický střed) versus významně nižší úhlové rozlišení.

### Závěrem: kde hledat?

Jako tvůrci Astronomické olympiády vítáme, pokud vytvořené úlohy neskončí v propadlišti dějin, ale naopak najdou své uplatnění i jako náplň vyučovacích hodin nebo inspirace učitelů. Proto pokud vás naše ukázka zaujala, můžete navštívit kompletní databázi na webu Astronomické olympiády [olympiada.astro.cz](http://olympiada.astro.cz), kde ji naleznete na levé liště po kliknutí na položku „Předchozí ročníky“. Kromě spíše jednodušších úloh, které byly v příspěvku prezentovány, zda naleznete i úlohy delší a komplikovanější, vhodné například pro fyzikální semináře, většinou vytvořené pro kategorii AB. V krajských kolech jsou přítomny praktické úlohy, kde si žáci mohou procvičit zpracování dat ručně i na počítači, noční pozorování, fotografování oblohy, nebo tvorbu přístrojů pro měření úhlů.



### Literatura

*Astronomická olympiáda*. Dostupné na World Wide Web: <<http://olympiada.astro.cz/>>

1. KRÍČEK, R., HYKLOVÁ, P. *Úlohy AO ve školní výuce: fyzika v mezipředmětových vazbách*. In *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8*, 2018.
2. GRYGAR J., HORSKÝ Z., MAYER P. *Vesmír*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 1979. 462 s. ISBN 23-090-79.

### Kontaktní adresa

Mgr. Radek Kříček  
Astronomický ústav UK  
V Holešovičkách 2, 180 00, Praha 8  
Telefon: +420 221 912 579  
E-mail: kricekr@student.cuni.cz

### ÚLOHY ZE STARÝCH UČEBNIC A POČÍTAČ

Bohumila KROUPOVÁ, Kamila VÁŇOVÁ, Jakub ŠTĚTINA

#### Abstrakt

Staré učebnice a přírodozpytná metodická literatura doporučovala řešit fyzikální příklady jen s pomocí nejjednodušší matematiky. Je možné spojit počítač, výpočetní techniku a robotiku s úlohami z učebnic více než 100 let starými? Mnohé fyzikální poučky jsou ve starých učebnicích zadávány ne vzorci, ale slovně. V textu jsou nastíněny některé možnosti, jak lze s využitím moderní techniky řešit úlohy podle pravidel tehdejší didaktiky.

### EXAMINATIONS FROM OLD TEXTBOOKS OF PHYSICS

#### Abstract

Old textbooks and science methodologic literature solved physical problems only with help of very simple mathematics operations. Is it possible to join the computer, ICT technology, and roboting with exams from old textbooks? Many of physical definitions are setting only by words not by formula. The following text shows some possibilities how to solve old exam by modern technologies.

#### Výuka fyziky před 100 lety

Fyzika se do poloviny 20. století vyučovala spolu s chemií v předmětu Přírodopyt. Přírodopyt měl žáky navést k tomu, aby „zpytavě pozorovali přírodu“. [2] „*Jediné pozorování přírody, jež žák samostatně vykoná, má větší cenu nežli sto pozorování, která mu byla sdělena, nebo jež vyčetl z knihy.*“ [2] Metodici přírodopytu radili používat co nejméně vzorců, výuka fyziky a výpočet příkladů se měla omezit pouze na základní matematiku. Základní myšlenkou vyučování přírodopytu bylo konat co nejvíce pokusů a poukazovat na každodenní jevy denní i noční. Nejdříve žák pozoruje svými smysly, potom rozebírá děj nebo jev a určuje jeho průběh, čímž vyhledá zákon, potom zjišťuje skryté příčiny jevu i zákona. Jde o otázky „Co? Jak? Proč?“, tedy otázky, které se objevují v mnoha metodických materiálech přírodopytu. Velkým vzorem pro českou přírodozpytnou didaktiku byl německý didaktik dr. Jan Crüger a ten si vytkl zásady pro vyučování. Vyzdvihl význam jednoduchých pokusů jako základ pro induktivní postup, žádal, aby žák vnímal, popsal a analyzoval pokusy, uvedl jevy podobné, poté se induktivně dopracoval zákona, a tímto zákonem se deduktivně dopracoval k vysvětlení jiných jevů. Učivo se musí řadit od snadného k méně snadnému.

„*Úkolem fyzikálního vyučování jest, aby uvedlo žáky do zákonů přírodních a naučilo je tyto zákony oceňovati a prakticky je zužitkovati v životě.*“ [1] Josef Harapat zdůrazňuje badatelské vyučování a tvrdí, že silozpytné vyučování staví žáka před skutečné přírodní jevy. „*V době nejnovější si razí dráhu poznání, že metody výzkumné jsou v principu metodami vyučovacími, protože jak bádání, tak vyučování mají též konečný cíl: nabytí objektivního pozorování, získati vědomosti.*“

Eduard Sokol je názoru, že: „*Z přírodních věd má největší vzdělávací hodnotu fyzika. Ji lze vzbuditi a rozvinouti v mládeži schopnost ostře a správně pozorovati a jí lze vycvičiti*

*mládež v logickém myšlení. Látka, na niž se žáci cvičí, nepředkládá se jako věc hotová a cizí, ale žáci ji sami objevují a budují. Požaduje tedy toto vyučování mnohem méně úmyslné pozornosti a paměti než vyučování řečem, dějepisu, zeměpisu a náboženství.“* Pro žáka je důležité, že přírodopyt rozvíjí pozorovací talent, žák nejprve poznává velikost, tvar, barvu, polohu, prostorové změny a změny skupenství. Žák se okolí učí vnímat všemi smysly a v tom je obrovský přínos přírodopytu. „*Vedeme-li děti, aby samy pozorovaly, samy soudily, analogické děje a zjevy vyhledávaly a doma o zhotovení snadných přístrojů se snažily, pěstujeme jejich samočinnost. Jí pak vzděláváme smysl pro práci.“* [8] Dbalo se na zásady při výběru učiva:

1. Učít jen to, co žáci mohou připojit ke svým zkušenostem a názorům, bezprostředním nebo získaným, co snadno pochopí.
2. Učít to, co žáci budou potřebovat, dbát životních, výrobních a dopravních poměrů kraje.
3. Volit učivo, co nejvíce vzdělává duševní síly žáků.
4. Vyčerpat, pokud to lze, celý rozsah přírodopytu.
5. Na školách výše organizovaných probrat více z přírodopytu než na školách nižších.

Josef Klika říká, že je třeba zaměstnávat také produktivní síly žáků, mají se zúčastňovat vyučování činně, a tak pěstovat samočinnost žáků, která se bude prohlubovat, pokud budou provádět úkoly, kterými se cvičí smysly a praktická zručnost. Autor zároveň vyžadoval důkladné prosazování zásad, které vytyčil dr. Jan Crüger. Jde především o vynechání vzorců, pokud bude někdo na obecné nebo měšťanské škole postrádat vzorce, měl by si vystačit s jednoduchou matematikou a mít na paměti ustanovení z ministerské instrukce pro vyučování fyziky na rakouských školách: „*O matematickém formulování zákonův nemůže ovšem při nižších třídách se mluvit, lze však jisté, zvláště důležité poměry veličin vyjádřiti buď tzv. rovnicemi slovními (jako na př. Dráha = rychlosti x časem), nebo čísly jako na př., že při pádu volném za ras 2x, 3x, 4x větší jest dráha 4x, 9x, 16x větší“.* [4]

Spojit fyziku s výpočetní technikou je možné v oblastech, ve kterých lze zpracovat výsledky měření a řešit úlohy, např. pomocí programu Excel, dále lze využít senzory Vernier, které poskytují neobyčejně mnoho možností, jak provádět fyzikální měření. Propojení senzorů Vernier s Lego stavebnicí nabízí velké využití ve fyzice. K dalším programům nebo systémům využitelných ve fyzice se řadí například Arduino, program Tracker nebo program Audacity.

### Využití tabulkového procesoru a internetu

K různým výpočtům za použití jednoduché matematiky, vykreslení grafů, vložení vzorců pro převod starých jednotek se nabízí program Microsoft Excel. Využití tabulkového procesoru je výhodné při kreslení grafů. Mezi nejdůležitější zásady starých metodik bylo učit žáka pravidelně soustavně pozorovat daný jev. Pro tyto účely se nejvíce hodilo sledování meteorologických jevů (větru, tlaku, teploty a srážek). Potom žáci měli za úkol sestavit příslušné grafy, jak nabádaly staré učebnice. V současnosti se přímo nabízí využít různé tabulkové procesory. Jde o to, že žák využívá tolik potřebnou práci s grafy a učí se orientaci v nich.

Žáci mohou vytvářet vlastní funkce v tabulkovém procesoru například pro převod starých jednotek, které si najdou na internetu nebo ve starých učebnicích. Mohou to být jednotky jako: loket, sáh, stopa, palec, pěst, míle, čtvereční stopa, čtvereční loket, jitra,

čtvereční sáh, korec, ruská desjatina, měrice, krychlový sáh, měrice, korec, vědro, máz, holba, žejdlík, cent, celní cent, lot, hřivna a karát.

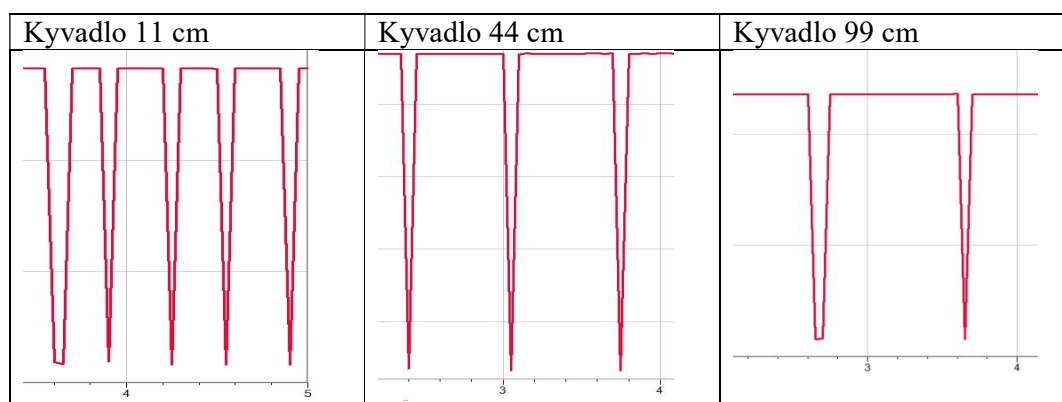
Spojování přírodopuťného učiva s dějepisuťným, konkréťně s životem vědců a vynálezců, také často zdůrazňovala stará metodická literatura. Bylo to důležité proto, aby si žáci uvědomili těžký život vědců a tím si více vážili práce. Internet v tomto ohledu nabízí mnoho možností.

### Využití senzorů Vernier

Důležitou součástí přírodopuťného vyučování byl odhad vzdáleností. Například zajímavá úloha je o tom, jak zdání klame, která je vhodná spíše pro mladší žáky.

Ve starých učebnicích přírodopuťny byl vysvětlený pohyb kyvadla, bez vzorců: „Kyvadlo 4krát, 9krát, 16krát delší kývá 2krát, 3krát, 4krát pomaleji“. [4] K dokázání definice může posloužit senzor Go!Motion, viz tab. 1.

Jiné zadání úlohy o kyvadle zní: „Stanoviti, kolikrát kývne kyvadlo 25 cm dlouhé v té době, kdy kyvadlo 1 m dlouhé kývne jednou“ [7], s využitím jmenované poučky a senzorů.



Tab. 1: Záznamy senzoru Go!Motion.

Co z pokusu plyne, je shrnuto v tab. 2. Je patrné, že doba kyvu je 2krát, 3krát delší při 4krát, 9krát delší délce kyvadla.

Pokus č.	Délka kyvadla [cm]	Doba kyvu [s]
1	11	0,33
2	44	0,66
3	99	1

Tab. 2: Vyhodnocení doby kyvu.

Závislost velikosti třecí síly na hmotnosti tělesa nebo na obsahu stykové plochy bylo ve starých učebnicích řešeno definicí: „Tření vlečné na vodorovné ploše je tím větší, čím více těleso váží a čím drsnější jsou třecí plochy. Nezávisí na velikosti třecích ploch.“ [3]

Pokus č.	Počet závaží	Třecí síla [N]	Pokus č.	Třecí síla [N]	Poloha závaží
1	1	1,26	1	1,26	větší plocha
2	2	1,56	2	1,26	menší plocha
3	3	2,20	Třecí síla nezávisí na velikosti třecích ploch		

Tab. 3: Měření třecí síly.

Měření pomocí siloměru Vernier jsou shrnuta v tabulkách. Další využití senzoru Vernier nabízí měření na nakloněné rovině. „*Působí-li síla rovnoběžně s délkou nakloněné roviny, nastane rovnováha, bude-li síla v břemeni tolikrát, kolikrát jest výška v délce.*“ [7]

Pokus č.	Tíhová síla závaží [N]	Tahová síla na nakloněné rovině [N]	Délka nakloněné roviny [cm]	Výška nakloněné roviny [cm]
1	2,50	0,69	40	11
2	2,50	1,02	40	15
3	2,50	1,28	40	21

Tab. 4: Měření na nakloněné rovině.

### Využití LEGO robotů

Aby žáci využívali systém LEGO Mindstorms ve výuce, měli by umět číst návody, podle kterých se robot staví. Popřípadě si mohou některého robota postavit sami a tím prohloubit svou fantazii. Samozřejmě využití je v informatice, kdy se žáci učí základy programování. Programování je poměrně intuitivní, s malou nápovědou vyučujícího jsou žáci schopni vymyslet jednoduchý program. Složitější programy ve výuce fyziky nejsou vhodné, zabírají příliš mnoho času a předmět fyziky se ztrácí.

Roboty a jejich programování můžeme využít při zavádění fyzikálních veličin. Tady se nabízí využití Touch senzoru, kdy například žáci mačkají senzor a odhadují, kdy robot znovu vyjede. Colour senzor umí poznávat barvy a jde využít například pro rozpoznávání barev a času. Hra na odhad času může vypadat tak, že žáci vědí, na jak dlouho určitá barva zastaví robota. Potom odhadují, jak dlouho trvala přestávka a podle toho řeknou barvu. Může to být bráno jako soutěž nebo procvičení odhadu časových intervalů. Žáci také mohou vypočítat rychlost robota. Opět jen podle slovní poučky: „*Rychlost vypočítáme, když dráhu v metrech dělíme časem v sekundách.*“ [3]

Zajímavé rozšíření možností uplatnění ve fyzice LEGO systémů nabízí senzory Vernier. Je vhodnější, aby si žáci sami napsali program a tím sestrojili velmi jednoduchý měřicí nebo detekční přístroj. Opět v duchu starých úloh žáci mohou měřit například magnetickou indukci zmagnetovaného předmětu. Magnetovat mohou podle předepsaného postupu ze staré učebnice, nebo mohou testovat, který materiál je magnetický a který ne. Propojení senzorů Vernier se systémem LEGO jde například u senzorů Teslametr, Light sensor, Siloměr, pH metr a Teploměr.

Programy jsou jednoduché, jsou však na úrovni žáků základní školy a jedno z nejdůležitějších hesel staré metodické literatury znělo: „*Pěstuj samočinnost žáků*“ [3], což může být i touto činností naplněno.

### Využití Arduina

Stavebnice Arduino je poměrně rozšířená a nabízí celou řadu možností, jak využít senzory ve fyzice nebo přírodních vědách. Senzory, které je možné využít, jsou například ultrazvukový, senzor teploty nebo fotobuňka. Programování je však poměrně náročné a zvládají ho starší žáci. Mladší žáci mohou využít různé aplikace. Například ultrazvukový senzor může sloužit pro žáky nižších ročníků (včetně žáků prvního stupně) pro odhad vzdáleností. Senzor reaguje na překážku v určité vzdálenosti a ta právě slouží pro odhad vzdáleností.

### Závěr

Dnešní fyzika se snaží žákům zpřístupnit učivo co nejvíce. Zavedení ICT do výuky fyziky je pro mnohé samozřejmostí a zároveň je to jisté ztraktivnění předmětu. Do budoucna nebude snadné vystačit si bez nových technologií a bez hledání nových přístupů k výuce fyziky. Jedna z možných cest, jak ozvláštnit výuku přírodovědných předmětů je využití starých učebnic jako zdroje informací. Ty poskytují mnohé mezipředmětové vazby. Žáci mohou žasnout nad tím, jak nebezpečné pokusy se mohly dříve provádět v chemii, hledat historické souvislosti v učebnicích nebo staré, již nepoužívané výrazy a spoustu dalšího.

### Literatura

1. HARAPAT, J. *Silozpyt a lučba na všech stupních školy obecné a měšťanské: sborník ukázek z vyučovací praxe*. Díl 1 dle nových požadavků upr. a dopl. vyd. Velké Meziříčí: Alois Šašek, 1922. Nová učitelská knižnice.
2. HOFMANN, M., LEMINGER, E. *Přírodopyt pro měšťanské školy: 3. stup. 2. vyd.* V Praze: I.L. Kober, 1897.
3. KLIKA, J. *O vyučování fysice ve školách obecných a měšťanských*. Praha: Fr. A. Urbánek, 1883. Urbánkova Bibliotéka pedagogická.
4. PANÝREK, J. D. *Přírodopyt to jest fysika a chemie. III. stupeň. 2. vyd.* Praha: Tempský, 1884.
5. PÁTEK, F. *Výchova samočinností k životní zdatnosti*. Nákladem Ústředního nakladatelství a knihkupectví učitelstva československého Josef Rašín v Praze VII. 1919.
6. PASTEJŘÍK, J. *Fysika pro třetí třídu měšťanských škol*. Nákladem Nové školy, společnosti s r. o. v Praze v generální komisi fy Höfer a Klouček, Praha II, Křemencová 11n. tiskem Dr. Ed. Grégra a syna. 1935.
7. SOKOL, R. *Metodika přírodopytu pro ústavy učitelské: (se 6 obrázky v textu)*. V Praze: Státní nakladatelství, 1907.

### Kontaktní adresa

Mgr. Ing. Bohumila Kroupová  
ZŠ a MŠ Brno, Husova 17, 602 00 Brno  
PřF UHK  
Telefon: +420 731 456 811  
E-mail: bohumila.kroupova@uhk.cz

Mgr. Kamila Váňová  
ZŠ Sv. Čecha, ul. Sv. Čecha 1686, 565 01 Chocení  
PřF UHK  
Telefon: +420 732 163 743  
E-mail: kamila.vanova@uhk.cz

Jakub Štětina  
ZŠ a MŠ Brno, Husova 17, 602 00 Brno  
E-mail: jakub.stetina@zshusovabrno.cz

## **PODPORA KOMPETENCÍ UČITELE FYZIKY V PROJEKTU PŘÍRODA**

Erika MECHLOVÁ, Jana ŠKRABÁNKOVÁ

### **Abstrakt**

Cílem projektu PŘÍRODA (Přírodovědné oborové didaktiky a praktikující učitel) je posílení pedagogických kompetencí učitelů ZŠ v přírodovědných předmětech se zohledněním potřeb všech žáků, tj. nadaných, standardních a se speciálními vzdělávacími potřebami. V oblasti fyziky ZŠ budou pro vybraná témata připraveny pracovní listy zvláště pro uvedené tři skupiny žáků, budou realizovány badatelské dny a připravena metodika práce se žáky uvedených tří skupin. Materiály budou ověřeny dvoufázovým výzkumem formou akčního výzkumu.

### **SUPPORT OF PHYSICS TEACHER COMPETENCES BY PROJECT SCIENCE**

#### **Abstract**

The aim of project SCIENCE (Science Education and practicing teacher) is reinforcement pedagogical competences secondary school teachers in science subjects about needs of all pupils, i. e. talented learner, intact learner and pupils with special educational needs. Different working sheets will be prepared for different three groups of learners, research days will be realized, and methodology of doing will be realized for three groups of learners. All things will be verified by two-phase investigations via action research.

#### **Úvod**

Projekt „Přírodovědné Oborové Didaktiky A praktikující učitel“ s akronymem PŘÍRODA, realizovaný Ostravskou univerzitou ve spolupráci s Palackého univerzitou, je zaměřen na posílení pedagogických kompetencí učitelů ZŠ v přírodovědných předmětech fyzika, chemie, biologie a zeměpis se zohledněním potřeb všech žáků, tj. nadaných, standardních i se speciálními vzdělávacími potřebami. Ve fyzikálním vzdělávání se většinou pozornost i výzkumy zaměřují na žáky nadané ve fyzice, ale žákům se speciálními vzdělávacími potřebami je věnována menší pozornost.

Jak ukázal výzkum provedený v rámci IPN projektu *Podpora technických a přírodovědných oborů* (PTPO) (2012), který se věnoval popularizaci české vědy mezi mládeží, máme v ČR vědce na špičkové úrovni, avšak je jich málo a celkový zájem o studium technických a přírodovědných oborů mezi mladými lidmi spíše klesá. Citovaný projekt se v teoretické úvodní části věnoval hledání doby vzniku a příčin neoblíbenosti technických a přírodovědných předmětů u žáků. Výzkum v rámci projektu prokázal, že: a) negativní vztah dětí k předmětům fyzika a chemie vzniká již na 2. stupni základní školy, *proto je projekt PŘÍRODA zaměřen na žáky ZŠ*; b) v průběhu středoškolského studia se postoj žáků k fyzice a chemii zpravidla nemění, zůstává negativní; c) nejčastěji uváděnými důvody neoblíbenosti jsou vysoká náročnost předmětů a neatraktivní teoretický způsob vedení výuky (zdroj: [www.rvp.cz](http://www.rvp.cz)). S nejčastěji uváděnými důvody neoblíbenosti, tj. vysokou náročností předmětu fyzika a neatraktivním teoretickým

způsobem vedení výuky jsme se setkávali v mnoha výzkumech didaktiků fyziky, uvádíme rozsáhlejší publikace autorů G. Höfera a E. Svobody (2008) a L. Dvořáka aj. (2008).

Dnes by učitelé měli navíc zvládat práci s různými typy dětí v rámci chystané *inkluzí ve školství*, protože od 1. 9. 2016 mají být postupně začleňovány do tříd ZŠ i děti s lehkým mentálním postižením, které mají dosud zajištěny speciální podmínky k výuce. Mezi těmito dětmi jsou často děti autistické, mezi nimiž děti s Aspergovým syndromem bývají často mimořádně nadané v různých směrech včetně fyziky (I. Newton, A. Einstein), ale k jejich výchovnému zvládnutí je nutná spolupráce s psychology vzhledem k jejich excesům. Proto konečné *výstupy projektu PŘÍRODA, pracovní i metodické, budou uzpůsobeny pro tři skupiny žáků – žáků nadaných, standardních a se speciálními vzdělávacími potřebami*. Učitelé tak dostanou návod, jak přizpůsobit vyučovací hodinu ve třídě žákům s různými vzdělávacími potřebami.

### 1 Kompetence učitele a podpora jejich rozvoje v projektu PŘÍRODA

Kompetencemi učitelů se zabývají profesní standardy, které jsou v každé zemi jiné (Mentlíková, Svobodová, 2009). Cílem standardu učitele je stanovit obecná kritéria, která by měl vystudovaný učitel splňovat. Za tímto účelem byl v Holandsku vytvořen výzkumný tým složený z odborníků z oblasti pedagogiky, který vytvořil sedm kompetencí učitele. Uvedené kompetence učitele byly ověřeny v praxi a akceptovány pedagogy. Vznikl tedy systém sedmi kompetencí uplatňovaný při vzdělávání učitelů na vysokých školách v Holandsku, který se může stát vzorem i pro ostatní země (Vodáková, 2010). Uvádíme kompetence učitele podle holandského standardu (Sedm klíčových kompetencí učitele, 2010):

1. Kompetence interpersonální
2. Kompetence pedagogická
3. Kompetence odborná a didaktická
4. Kompetence organizační
5. Kompetence pro spolupráci s kolegy
6. Kompetence pro spolupráci s okolím
7. Kompetence k reflexi a sebezdokonalování

Cílem aktivit zařazených v projektu PŘÍRODA je posílení všech kompetencí učitele formou spolupráce kateder pedagogicko-psychologických a přírodovědně oborových se společenstvími praxe. Každé společenství praxe se skládá z didaktika daného oboru z univerzity a učitelů ZŠ téhož oboru praxe (zapojení 30 škol a minimálně 45 učitelů), pedagoga a psychologa. V projektu je celkem 8 společenství praxe, z nichž 2 jsou fyzikální. Cílem aktivit jednotlivých společenství praxe je záměrné pozorování vyučovací hodiny v rámci videokonference, bezprostřední analýza a hodnocení na základě kritérií. Kritéria hodnocení vyučovací hodiny vyplývají z metodologie práce se žáky nadanými, standardními a se speciálními vzdělávacími potřebami a prakticky se týkají hodnocení všech kompetencí učitele realizovaných v dané vyučovací hodině.

### 2 Akční výzkum

Každé z 8 Společenství praxe povede svůj akční výzkum ve dvou fázích. **Akční výzkum I** bude složen ze 3 částí: Didaktický materiál I, Pilotní ověření I a Kulatý stůl I.

#### 2.1 Didaktický materiál I

a) **On-line videokonference I.** Jeden ze zapojených praktikujících učitelů ZŠ ze Společenství praxe provede ukázkovou hodinu na vybrané téma na své škole. Výuka bude



přenášena on-line do jiné místnosti, kde jí budou sledovat zástupci daného Společenství praxe z různých oborů a různého zaměření – oborový didaktik, psycholog, speciální pedagog, metodolog výzkumu, další učitelé ZŠ ze Společenství praxe, zástupci spolupracujících organizací. Po skončení výuky i přímého sledování on-line videozáznamu výuky proběhne odborná konference v přítomnosti učitele zhodnocující předvedenou hodinu. Přítomné Společenství praxe provede odbornou analýzu hodiny ze svého odborného úhlu pohledu, vzájemně si účastníci sdělí praktické zkušenosti ve vazbě na svou specializaci a navrhnou opatření, jak vést tuto konkrétní hodinu pro vyšší efektivitu rozvoje individuálního potenciálů žáků. Z on-line videokonference bude pořízena videodokumentace a záznamový list. Závěry on-line videokonference budou zpřístupněny na webu na jednotné komunikační platformě projektu a budou sloužit všem členům Společenství praxe, zvláště pak cílové skupině učitelů.

b) **Pracovní list I.** Na vybrané téma, které bylo komplexně odborně analyzováno (obor, psychologie, pedagogika, didaktika, metodologie atd.) budou vytvořeny Pracovní listy pro žáky daného předmětu a ročníku pro konkrétní Společenství praxe. Jedná se o didaktický materiál, který zohlední individuální potřeby žáka. Pro dané téma tak vzniknou 3 mutace pracovního listu: pro žáky nadané, pro žáky standardní a pro žáky se speciálními vzdělávacími potřebami. Spoluautory budou pedagogové, psychologové a praktikující učitelé ZŠ, kteří se zúčastní přípravných konzultací a analýz tématu pracovního listu.

c) **Badatelský den I.** Na vybrané téma, které bylo komplexně odborně analyzováno (obor, psychologie, pedagogika, didaktika, metodologie atd.), budou vytvořeny didaktické náměty Badatelských dnů daného předmětu a ročníku žáků ZŠ pro konkrétní Společenství praxe. Opět pro každé téma budou vytvořeny 3 mutace zohledňující individuální potřeby žáka. Dokumentace k badatelskému dni bude obsahovat cíle, formy, metody, a především konkrétní příklady na co a jak se žáky diskutovat, analyzovat, na co se soustředit. Rozsah badatelského dne bude maximálně 8 vyučovacích hodin. Badatelský den připravují společně členové daného Společenství praxe, kteří vzájemně konzultují, analyzují, osobně se setkávají.

### 2.2 Pilotní ověření I

Nově vzniklé didaktické materiály (Pracovní listy, Badatelské dny) budou pilotně ověřovány na zapojených školách Společenství praxe. Pilotnímu ověřování budou předcházet delší instruktážní setkání Společenství praxe tak, aby cílová skupina učitelů získala odbornou (badatelskou) podporu pro realizaci pilotního ověření. Z jednotlivých pilotních vyučovacích hodin bude pořizován videozáznam a podle typu tématu bude souběžně prováděn psychologicko-pedagogický výzkum prostřednictvím mobilního Eye Trackeru k vyhodnocení individuálních přístupů žáků k pilotovaným materiálům a postupům.

### 2.3 Kulatý stůl I

Po realizaci všech pilotních ověření každého Společenství praxe (kolik zapojených škol ve Společenství praxe, tolik pilotních ověření) bude Lídrem společenství svolán šestihodinový Kulatý stůl I, na kterém bude provedena podrobná analýza pilotovaných didaktických materiálů, postupů a přístupů. Budou vyhodnoceny výsledky z Eye Trackeru. Ze získaných údajů skupina pedagogicko-psychologických odborníků všech spolupracujících institucí ve Společenství praxe s důrazem na reflexi učitelů ZŠ navrhne změny pro druhý cyklus akčního výzkumu.

### Akční výzkum II

Každé z 8 Společenství praxe povede svůj Akční výzkum II, který bude opět složen ze 3 částí: Didaktický materiál II, Pilotní ověření II a Kulatý stůl II. Pro pilotní ověření v praxi Akčního výzkumu II budou každým Společenstvím praxe inovovány nově vytvořené didaktické materiály a prováděna analýza stávajících didaktických postupů. Navíc pro každé téma pracovních listů bude vytvořen **Motivační šot** o délce asi 5 minut, který má za cíl upoutat pozornost žáků k tématu (při zohlednění specifických motivačních prvků pro každou skupinu žáků – nadaní, standardní, se speciálními vzdělávacími potřebami, vzbudit v nich zájem dozvědět se více o tématu, umožnit žákům klást si k dané problematice otázky. Motivační šoty budou respektovat psychologicko-pedagogické aspekty, námět na ně připraví ve spolupráci jednotlivá Společenství praxe.

### 3 Podpora klíčových kompetencí žáků v projektu PŘÍRODA

Po zhodnocení výsledků a výstupů Akčního výzkumu I a II budou tyto výsledky převedeny do podpůrných materiálů určených pedagogickým pracovníkům tak, aby jim pomohly efektivněji provádět pedagogickou činnost s ohledem na individualitu každého žáka a tím mu umožnit maximální možný rozvoj klíčových kompetencí.

#### Metodické materiály:

##### - **Obecná metodika individuálního rozvoje klíčových kompetencí žáka**

Pro všechna zapojená Společenství praxe bude vyvinuta jednotná obecná:

- a) metodika pro práci s nadanými žáky,
- b) metodika pro práci se standardními žáky,
- c) metodika pro práci s žáky se speciálními vzdělávacími potřebami.

Metodika vychází z výsledků pedagogického výzkumu prováděného při pilotním ověření I a II a prostřednictvím Eye Trackeru a z teoretických východisek pedagogicko-psychologických oborů. Jedná se o návodný materiál pro učitele ZŠ, ale rovněž didaktický materiál pro pedagogy VŠ oborů připravující budoucí učitele ZŠ. Metodický materiál se zaměřuje na specifika určité skupiny žáků, jak vhodně klást otázky, na co dát důraz při vysvětlování, pochopení myšlenkových algoritmů jednotlivých skupin žáků. Metodiky budou spoluautorským dílem autorů odborných textů.

##### - **Metodika oborová**

Jedná se o metodické materiály zaměřené na konkrétní obor a konkrétní věkovou strukturu žáků v korelaci se Společenstvím praxe. Pro fyzikální vzdělávání určeny Metodika fyzika 6. – 7. ročník pro Společenství praxe fyzika 6. – 7. ročník a Metodika fyzika 8. – 9. ročník pro Společenství praxe fyzika 8. – 9. ročník.

Metodiky budou obsahovat konkrétní návody, náměty, popisy doporučených aktivit v daném přírodovědném předmětu a ročníku, budou tematicky navazovat na vzniklé didaktické materiály Pracovních listů, Badatelských dnů a Motivačních šotů. Odborné texty budou zohledňovat výsledky pedagogického výzkumu při pilotním ověření I a II a prostřednictvím Eye Trackeru, zaměří se na konkrétní příklady, doporučení a rady, jak konkrétní odborné téma řešit se žákem nadaným, standardním a se žákem se speciálními vzdělávacími potřebami (Škrabánková, 2016). Metodiky budou spoluautorským dílem.

Metodický materiál bude distribuován všem školám zapojeným do projektu a spolupracujícím institucím.

### Závěr

Z výše uvedeného vyplývá, že projekt je možno vnímat jako potřebný nejen proto, že je nutno mít pro výuku přírodovědných předmětů připravenější učitele, kteří budou lépe zvládat práci s různými typy žáků v rámci inkluze, ale také proto, že je třeba více propojit práci oborových kateder s odborníky z oblasti speciální pedagogiky a psychologie. Posílení pedagogických kompetencí učitelů 2. stupně základních škol a nižších gymnázií v oblasti výuky přírodovědných předmětů prostřednictvím propojení teoretického a praktického pedagogického světa může prostřednictvím výstupů projektu poukázat na nutnost zohlednění potřeb všech žáků, a to nejen ve fyzice, ale také v ostatních přírodovědných předmětech.

Průspěvek byl vytvořen v rámci Ostravské univerzity v projektu „PŘÍRODĚVNÉ Oborové Didaktiky A praktikující učitel“ (PŘÍRODA) OPVVV CZ.02.3.68/0.0/0.0/16\_011/0000669.

### Literatura

1. DVOŘÁK, L., aj. *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?* Praha: Matfyzpress, 2008. ISBN 978-80-7378-057-9.
2. HÖFER, G., SVOBODA, E. *Postoje učitelů základních a středních škol k výuce fyziky.* Praha/Plzeň: ZČU/ MFF UK, 2008.
3. MENTLÍKOVÁ, L., SVOBODOVÁ, V. *Kompetence učitele.* [online]. 2010 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <<http://wiki.knihovna.cz>>
4. *Podpora technických a přírodovědných oborů.* [online]. 2012 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <<http://www.generacey.cz/ucastni-se-akci-a-soutezi/zaverecna-konference-individualniho-projektu-narodniho>>
5. VODÁKOVÁ, J. *Profesní standardy učitelské práce v zahraničí: co si z jejich zkušenosti vzít pro naši současnou situaci?* In Informační a vzdělávací portál školství Zlínského kraje [online]. 2010 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <<http://www.zkola.cz/zkedu/pedagogictipracovnici/clanky/31418.aspx>>
6. *Sedm klíčových kompetencí učitele.* In Učitelské listy [online]. 2010 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <<http://www.ucitelske-listy.cz/2010/04/sedm-klicovych-kompetenci-ucitele.html>>
7. ŠKRABÁNKOVÁ, J. *Studie proveditelnosti projektu PŘÍRODA.* Ostrava: Ostravská univerzita, 2016.

### Kontaktní adresy

prof. RNDr. Erika Mechlová, CSc.  
Katedra fyziky, PřF Ostravské univerzity, Dvořákova 7, 701 03 Ostrava  
Telefon: +420 597 092 158  
E-mail: erika.mechlova@osu.cz

doc. PaedDr. Jana Škrabánková, Ph.D.  
Katedra fyziky, PřF Ostravské univerzity, Dvořákova 7, 701 03 Ostrava  
Telefon: +420 597 092 158  
E-mail: jana.skrabankova@osu.cz

### VÝUKOVÉ MODEL Y A VIRTUÁLNÍ ELEKTRONICKÁ LABORATOŘ

Petr MICHALÍK

#### Abstrakt

Příspěvek pojednává o vlastnostech a pojetí výukových modelů a simulace. Charakterizuje simulaci z pedagogického hlediska. Ukazuje na případových studiích specifika virtuální elektronické laboratoře ve výuce. Na základě vlastních zkušeností a výsledků publikovaných výzkumů formuluje závěry.

#### EDUCATIONAL MODELS AND VIRTUAL ELECTRONIC LABORATORY

#### Abstract

The paper describes the features and concepts of the teaching models and simulations. The main purpose of the paper is to characterize the simulation from a pedagogical point of view. There are shown a few case studies which are mainly focused on the specifics of the virtual electronic laboratory in the teaching. The conclusion is based on the author's experience and the results of published research).

#### Pojem „virtuální laboratoř“

Virtuální laboratoř představuje v širším slova smyslu otevřenou, vzdáleně přístupnou databázi objektů využitelných pro simulovanou i zprostředkovanou reálnou experimentální činnost studentů a učitelů (Bílek, Turčáni, 2006).

Virtuální laboratoř patří mezi „laboratoře podporované počítačem“, např. (Tinker, Thorton, 1992). V publikaci (Veenman, Elshout, Meijer, 1997) je zařazena jako „experimentální laboratoř“.

#### Model, modelování a simulace

**Model** je podle všeobecného pojetí chápán jako odraz skutečnosti. Oblíbenou definici modelu, zejména u našich studentů, podává (Pelánek, 2011): „*Model je lež, která nám pomáhá pochopit realitu.*“

**Výukový model** lze chápat jako model vytvořený k dosažení stanovených vzdělávacích cílů (Křivý, Kindler, 2003). Podle pojetí pracoviště autora představuje výukový model takové znázornění výchozí (reálné) situace, při němž jsou zanedbány jevy, které působí vzhledem k výukovým cílům jako didakticky nadbytečné nebo dokonce rušivé (Mašek, Michalík, Vrbík, 2004).

**Simulační model** vyjadřuje analogii mezi modelovaným systémem a modelujícím systémem, vztah mezi oběma systémy je dán tím, že každému prvku modelujícího systému je přiřazen prvek v systému modelovaném (Křivý, Kindler, 2003).

**Homomorfismus** modelu znamená, že každému prvku modelu odpovídá prvek v reálném systému, ale obráceně to neplatí, např. (Hubálovský, 2011).

Podle (Křivý, Kindler, 2003) je podstatou **modelování** náhrada zkoumaného systému jeho modelem, přesněji systémem, který ho modeluje.

**Simulace** je počítačem realizovaná metoda, která slouží ke zkoumání, testování a analýze vlastností modelů, jež popisují chování reálných systémů (Sokolowski, Banks, 2009). Podle (Křivý, Kindler, 2003) je simulace výzkumná technika, jejíž podstatou je náhrada dynamického systému jeho simulátorem s cílem získat informace o původním zkoumaném systému.

V publikaci (Frigg, Hartmann, 2006) se potvrzuje moje osobní zkušenost, a sice: „Myšlení pomocí modelů se ovlivňuje ve dvou etapách“: 1. **během vytváření modelu**, 2. během procesu simulace. Potvrzuje se tak vhodnost zařazení etapy vytváření modelů studenty do výukového procesu.

### Charakteristika simulace z pedagogického hlediska

Možnost **zrychlit nebo zpomalit chování dějů** zvyšuje názornost a napomáhá k dosažení výukových cílů. **Interaktivnost** lze chápat jako aktivizující prvek ve výuce, zvyšuje motivaci, ovšem přílišná interaktivnost může u studujících vyvolat stresovou zátěž. Možnost nastavení podmínek simulace, které jsou obtížně realizovatelné nebo v praxi nedosažitelné. Mezi „pedagogické“ výhody lze zařadit také **názornost** výsledků simulace, což napomáhá k dosažení výukových cílů, **bezpečnost** studujících oproti reálnému experimentu. Simulace může také napomoci k osvojení některých klíčových kompetencí, např. kompetence k učení, kompetence komunikativní, kompetence k řešení problémů.

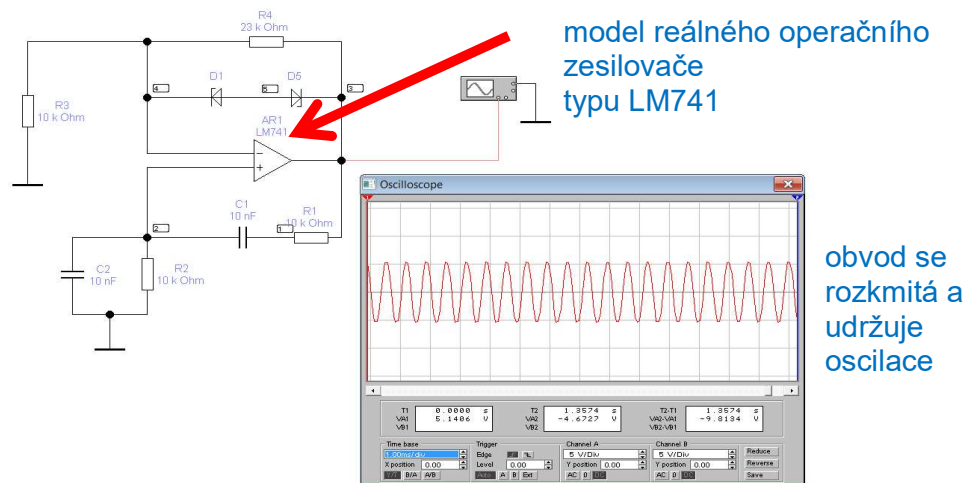
Ovšem simulace může přinášet z pedagogického hlediska také nevýhody a určitá rizika. Patří sem náročnější příprava vyučujícího na výuku, zejména posouzení jednotlivých proměnných vyučovacího procesu, příprava výukového modelu, verifikace a validace modelu. Další nevýhodou je potřeba programového a technického vybavení s požadovanými parametry a naučit se je ovládat. Určité riziko představuje možné **odtržení od reality** – nevytváří se návyky obvyklé u reálné činnosti (např. poškození součástky nesprávnou manipulací). Případné přetížení studujícího z kognitivního hlediska může iniciovat vznik stresu.

### Virtuální elektronická laboratoř ve výuce

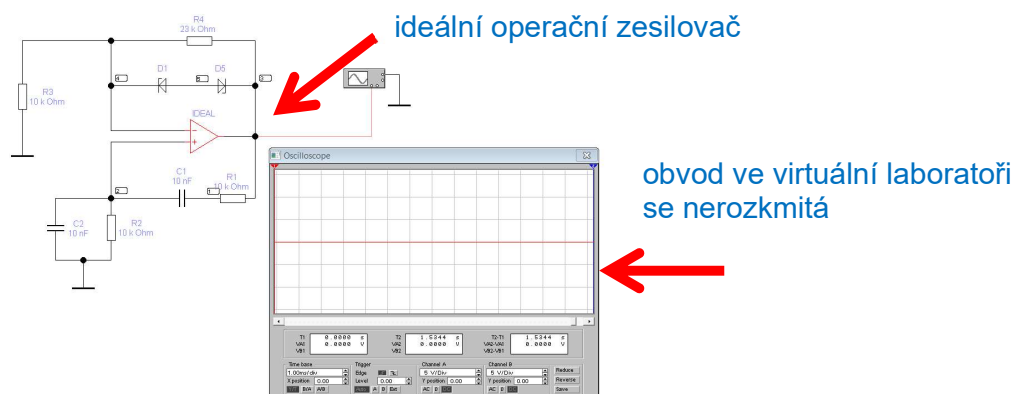
#### Případová studie 1

Na případu výukového simulačního modelu oscilátoru s operačním zesilovačem, který má ve zpětné vazbě zapojen tzv. Wienův článek, lze ukázat, jak v praxi nerealizovatelná situace může výrazně napomoci k pochopení podstaty vzniku oscilací v obvodu. Záměna modelu reálného operačního zesilovače (obr. 1) za ideální model způsobí, že obvod se ve virtuální laboratoři nerozkmitá (obr. 2).

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8



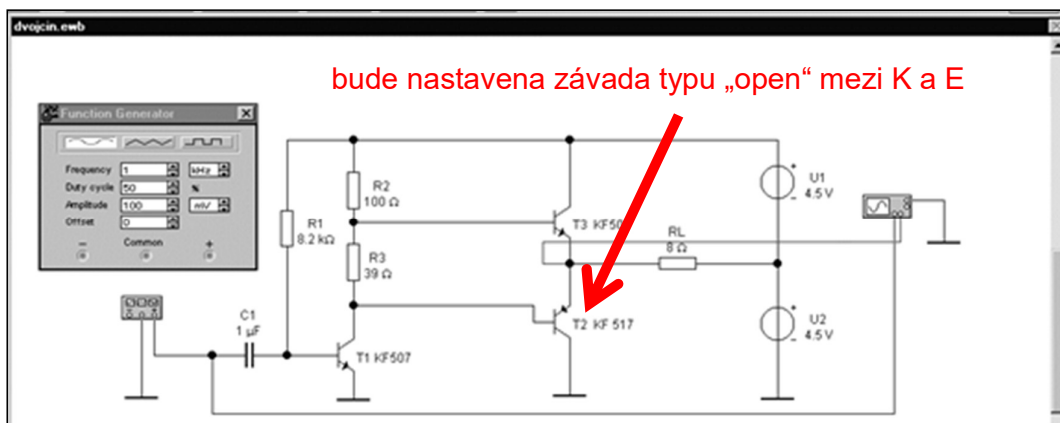
Obr. 2



Obr. 3

### Případová studie 2

Tento případ ukazuje možnost aktivizace studentů a podporu jejich tvůrčí činnosti s využitím funkce pro nastavení závady u vybrané součástky. Na obr. 3 je zapojení modelu dvojitelného zesilovače s komplementárními tranzistory a s děleným napájecím zdrojem. Úkolem studentů je nalézt součástku se skrytou závadou.



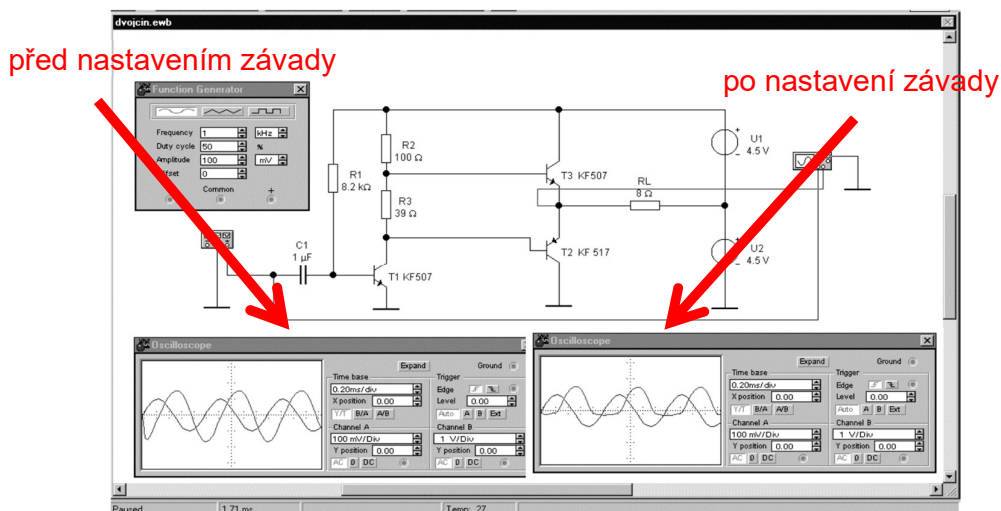
Obr. 4

Z průběhu výstupního signálu na osciloskopu a na základě znalosti principu činnosti tohoto zesilovače studenti usoudili na závadu tranzistoru T2. Svoji domněnku si studenti potvrdili změřením proudů elektrodami „podezřelého“ tranzistoru.

### Zkušenosti z výuky

Co oceňují pedagogové: názornost výukových modelů, využití subobvodů, zpomalení dějů pro ověření principů, nastavení hodnot mimo vyráběné řady, lze simulovat i za nereálných situací, relativní bezpečnost studentů při práci, zničená součástka je nahrazena novou bez potřeby peněz, časová stabilita modelů, zapojování obvodů snadné pomocí myši, stabilita parametrů součástek i měřicích přístrojů, obsluha přístrojů je podobná skutečnosti, možnost využití speciálních funkcí pro aktivizaci a tvůrčí činnost studentů.

Co oceňují studenti: interaktivnost, intuitivní ovládání, uspokojení a radost z výsledků práce, rychlé zobrazení výsledků simulace v různých formátech, práci grafického postprocesoru.



Obr. 5

### Výsledky pedagogických výzkumů a výzkumných studií

**Pedagogický výzkum 1:** Na našem pracovišti byl proveden v letech 2008 až 2011 pedagogický výzkum s cílem ověřit přínos virtuální elektronické laboratoře ve výuce. Výzkum byl proveden v rámci doktorského studia T. Jakeše. Hlavním cílem výzkumu bylo zjistit vliv virtuální laboratoře na úroveň kognitivních znalostí a dovedností studentů. **Hlavní výsledek výzkumu:** statisticky významný přínos virtuální laboratoře byl prokázán pouze v úrovni porozumění a znalosti faktů a konceptů, v ostatních oblastech se nepodařilo prokázat statisticky významný přínos.

**Pedagogický výzkum 2:** MAZUREK, J. Srovnání výsledků počítačem podporované a frontální výuky fyziky, *Pedagogika*, roč. LXI, 2011, s. 45–52.

Hlavním cílem výzkumu bylo porovnat výsledky počítačem podporované výuky a frontální výuky fyziky na vybraném tématu (změna skupenství) u žáků ZŠ. **Hlavní výsledek výzkumu:** nebyla zjištěna statisticky významná změna ve sledovaných oblastech přírůstku vědomostí a dovedností žáků.

**Pedagogický výzkum 3:** MACH, P., BENAJTR, P., 2011. Porovnání virtuálních a reálných elektronických měření, In *Edukacja-Technika-Informatyka*. Rzeszów: Wydawnictwo Oświatowe FOSZE, s. 82–89, ISSN 2080-9069.

Hlavním cílem výzkumu bylo vyhodnotit výsledky reálného a virtuálního elektronického měření stejných úloh (diodové usměrňovače, zesilovač). **Hlavní výsledek výzkumu:** reálná laboratorní měření je vhodné v některých případech (složitější úlohy) nahradit měřením ve virtuální elektronické laboratoři

**Výzkumná studie 1:** NEDIC, Z., MACHOTKA, J., NAFALSKI, A., 2003. Remote laboratories versus virtual and real laboratories. *Frontiers in Education*. FIE 2003 33rd Annual. s. 31–36, [cit.2015-12-15]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/profile/Zorica\\_Nedic/publication/4054535\\_Remote\\_laboratories\\_versus\\_virtual\\_and\\_real\\_laboratories/links/54e568f40cf22703d5c171c9.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Zorica_Nedic/publication/4054535_Remote_laboratories_versus_virtual_and_real_laboratories/links/54e568f40cf22703d5c171c9.pdf)

**Výsledek studie:** konstatuje užitečnost virtuálních a vzdálených experimentů, avšak z hlediska vzdělávání nejsou při rozvoji znalostí a dovedností tak efektivní, jako experimenty realizované ve skutečných laboratořích.

**Výzkumná studie 2:** DALGARNO, B., BISHOP, A. G., ADLONG, W., BEDGOO, D. R., 2009. Effectiveness of a Virtual Laboratory as a preparatory resource for Distance Education chemistry students. *Computers & Education*. 53, 3, 853–865. [cit. 2016-01-18]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013150900116X>

**Výsledek studie:** pro distanční vzdělávání na vysoké škole je využití virtuálních laboratoří vhodné a studenti je hodnotí kladně, označují je za cenný nástroj pro rozvoj znalostí a doporučují je k dalšímu využívání.

### Závěry

Výsledky zkoumání přínosu virtuálních laboratoří ve výuce nevyznívají vždy a ve všech oblastech zcela jednoznačně v její prospěch. Ovšem je zřejmé, že virtuální laboratoř usnadňuje studentům pochopení a porozumění probíraných principů.

Virtuální laboratoř dává vyučujícímu předpoklady pro zefektivnění výukového procesu a dosažení výukových cílů efektivnějším způsobem (s vědomím rizik, které přináší).



### Literatura

1. BÍLEK, M., TURČÁNI, M., 2006. *Vzdálené a virtuální laboratoře ve výuce a v přípravě učitelů přírodovědných předmětů*. Časopis Pedagogika, roč. LVI, 4/2006, s361-372. [cit. 2016-01-17]  
Dostupné z: <<http://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/?cat=10180&lang=cs>>
2. FRIGG, R., HARTMANN, S., 2006. *Models in Science*, [online]. Stanford Encyclopedia of Philosophy. [cit. 2015-12-17].  
Dostupné z: <<http://plato.stanford.edu/entries/model-science/>>
3. HUBALOVSKÝ, Š., 2011. *Teorie systémů, modelování a simulace*. Hradec Králové: Gaudeamus. ISBN 978-80-7435-158-7.
4. KŘIVÝ, I., KINDLER, E., 2003. *Simulace a modelování*. Ostrava: Ostravská univerzita. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z:  
<[http://prf.osu.cz/doktorske\\_studium/dokumenty/Modeling\\_and\\_Simulation\\_1.pdf](http://prf.osu.cz/doktorske_studium/dokumenty/Modeling_and_Simulation_1.pdf)>
5. MAŠEK, J., MICHALÍK, P., VRBÍK, V., 2004. *Otevřené technologie ve výuce*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. 125 s, ISBN 80-7043-254-3.
6. PELÁNEK, R., 2011. *Modelování a simulace komplexních systémů*. Brno: Masarykova univerzita rektorát, ISBN 9788021053182.
7. SOKOLOWSKI, J., A., BANKS, C., M., 2009. *Principles of Modeling and Simulation: A Multidisciplinary Approach*. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-470-28943-3.
8. TINKER, R. F., THORTON, R.K., 1992. *Constructing student knowledge in science*. In new Directions in Educational Technology, p153–170, Berlin: Springer Verlag.
9. VEENMAN, M. V. J., ELSHOUT, J. J., MEIJER, J., 1997. *The generality versus domain-specificity of metacognitive skills in novice learning across domains*. Learning and Instruction, 7 (2), p187–209.

### Kontaktní adresa

Ing. Petr Michalík, Ph.D.  
Katedra výpočetní a didaktické techniky, Fakulta pedagogická ZČU v Plzni,  
Klatovská tř. 51, 301 00 Plzeň  
Telefon: +420 377 636 443  
E-mail: [michalik@kvd.zcu.cz](mailto:michalik@kvd.zcu.cz)

### APROBOVANOST UČITELŮ FYZIKY NA ZÁKLADNÍCH ŠKOLÁCH V PLZEŇSKÉM A KARLOVARSKÉM KRAJI ANEB KOLIK CHYBÍ V TĚCHTO KRAJÍCH UČITELŮ FYZIKY

Marie MOLLEROVÁ

#### Abstrakt

Ačkoliv nedostatek aprobovaných učitelů fyziky uváděný mnoha zdroji má zásadní význam pro experty v oblasti vzdělávání, ředitele škol i fakulty připravující učitele, nebyla dosud v České republice provedena žádná studie kvantifikující tento problém. Naším cílem proto bylo zmapovat míru aprobovanosti učitelů fyziky v západních Čechách včetně dopadů do oblasti kvality výuky. Výsledky jsou založené na rozhovorech se 179 řediteli škol a detailní analýze školních vzdělávacích programů. Ty potvrdily významný nedostatek učitelů fyziky především ve venkovských oblastech a zároveň prokázaly negativní důsledky neaprobované výuky fyziky v mnoha oblastech včetně oblíbenosti předmětu u žáků. Věková struktura učitelů a nedostatek nových absolventů přitom ukazují, že se situace bude dále zhoršovat.

### FULLY QUALIFIED PHYSICS TEACHERS ON PRIMARY SCHOOLS IN PLZEN AND KARLOVY VARY REGION OR HOW MANY TEACHERS ARE MISSING IN THESE REGIONS

#### Abstract

Although lack of fully-qualified physics teachers reported by many sources is very important for education experts, school principals and faculties of teacher education, in the Czech Republic no systematically study quantifying this issue has been yet conducted. We aimed to explore the level of qualification of physics teachers and its impact on quality of teaching in secondary schools in West Bohemia. Our results are based on interviews with 179 school principals and a detailed analysis of school education programmes. They confirmed the significant lack of qualified physics teachers especially in rural areas and revealed also that popularity of physics among students is correlated with qualification of physics teachers. The age structure of the staff and low number of newly trained teachers suggest that the situation will worsen in next years.

#### Učitelé fyziky v Plzeňském a Karlovarském kraji

Kolik vlastně chybí aprobovaných učitelů fyziky na školách v České republice? Jaká bude další budoucnost fyziky jakožto vyučovaného předmětu na školách? Jaká je situace na vysokých školách zaměřujících se na přípravu budoucích učitelů fyziky? Tyto i jiné otázky si mezi sebou kladou nejen akademičtí pracovníci vysokých škol, ale i ředitelé základních a středních škol. Je tato situace skutečně tak závažná, že by potřebovala řešit? A kde a od koho vůbec získat skutečné a potřebné počty aprobovaných učitelů fyziky?

Jak všichni asi tuší, byť pouhým odhadem, situace počtu aprobovaných učitelů fyziky rozhodně nebude nikterak lichotivá. Přeci jen se jedná o jeden z náročnějších předmětů v přípravě budoucích učitelů, a ani samotní žáci už na základních školách nemají o fyzice žádné valné mínění. Tak proč se rozhodnout pro studium fyziky? Proč zasvětit svůj život

učitelské profesi? Odpovědí je spousta a co učitel, to jiný názor. Obecně ale učitelství fyziky jdou studovat lidé, které tento obor baví (pro ty ostatní by to zřejmě bylo dost velké utrpení) a lidé, kteří jsou ochotni své poznatky předávat dál. Člověka prostě tahle práce musí bavit. Ale... Na druhou stranu se časem mohou objevit značné podněty, které člověka donutí opustit učitelskou profesi, nebo v ní vůbec nezačít. Jednak je to prakticky mizivá vidina profesního růstu, nízké finanční ohodnocení práce učitelů, nízká autorita ze stran žáků vůči učitelům, a samozřejmě možnost uplatnit se v jiném oboru a mít více času i vyšší finanční ohodnocení. A tak se nemůžeme divit, že počet zájemců o studium fyziky je menší a menší a že celkově počet aprobovaných učitelů fyziky rok od roku klesá.

Otázkou počtu aprobovaných učitelů se zabýval a stále zabývá doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc. z Matematicko-fyzikální fakulty UK v Praze. Na předposledním ročníku konference Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 7 vystoupil doc. Dvořák s příspěvkem Příprava učitelů fyziky v ČR (Dvořák, 2015), kde se mimo jiné zabýval právě otázkou počtu aprobovaných fyzikářů a počtem studentů oboru fyzika. Na základě sebraných dat od vysokých škol zaměřujících se na přípravu budoucích učitelů fyziky zjistil potom, že odhadem za posledních pět let byl počet absolventů fyziky zhruba 300. Což je zhruba 60 absolventů učitelství fyziky za rok, tedy 5 až 6 na jedno pracoviště zaměřující se na přípravu učitelů fyziky. Na základě těchto počtů budoucích učitelů, došel doc. Dvořák k úvaze, kolik je vlastně potřeba učitelů fyziky. Doc. Dvořák se snažil v následujících dvou letech po skončení konference Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 7 získat skutečná fakta od MŠMT, a tak vystoupil na konferenci Moderní trendy v přípravě budoucích učitelů 8 s příspěvkem Dva roky snah o získání počtu učitelů fyziky. Bohužel i přes veškeré sliby ze stran MŠMT se žádných relevantních dat nedočkal. Dočkal se jen „odhadů“, které mu byly přeposlány na základě vyplněných dotazníků od škol. Na jejich základě lze odhadem určit počet chybějících učitelů fyziky na 1109 na základních školách v ČR. Na SOŠ je potom odhadem 601 chybějících fyzikářů.

Na základě všech těchto informací jsme se rozhodli pro vlastní průzkum ohledně počtu aprobovaných učitelů fyziky na základních školách. A za necelé dva měsíce práce jsme měli první výsledky. Průzkum byl proveden pro dva kraje – Plzeňský a Karlovarský, jelikož se jedná o spádové kraje, kde se nejčastěji uplatňují absolventi ZČU v Plzni. V obou krajích jsme si udělali kompletní seznam všech základních škol, z nichž následně byly vyškrtnuty malotřídní školy, jež by pro účely šetření byly zcela zbytečné. U jednotlivých škol se poté na základě jejich výročních zpráv a školních vzdělávacích programů zjišťoval počet hodin fyziky a tematické okruhy fyziky napříč jednotlivými ročníky. Fyziky je v současné době řazena do výukové oblasti Člověk a příroda, kde je spolu s přírodopisem, chemií a zeměpisem dotována 22 hodinami. Je na každé škole, kolik pro výuku fyziky vyčlení hodin. Na 49 % základních škol je fyzika vyučována v 7 hodinách napříč 6. – 9. ročníkem, na 37 % škol v 8 hodinách a na 13 % škol v 6 hodinách. Přičemž nejčastější rozvržení hodin je v modelu 2+2+2+2 (37 % škol), 2+2+2+1 (15 % škol) a 1+2+2+2 (25 % škol). Souhrnně by se dalo říci, že fyzika je naštěstí dotována dostačujícím počtem hodin. S ohlédnutím na ŠVP jednotlivých škol už se mezi školami, kde výuku vedl aprobovaný či kvalifikovaný učitel, vyskytovaly jisté rozdíly. Dopad na výuku fyziky bez aprobovaného učitele je poznat v několika ohledech:

1. Některé školy – změna posloupnosti výuky – nejdříve dynamika pak kinematika
2. Méně pokusů
3. Časté střídání vyučujících
4. Kombinování několika učebnic fyziky dohromady

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8

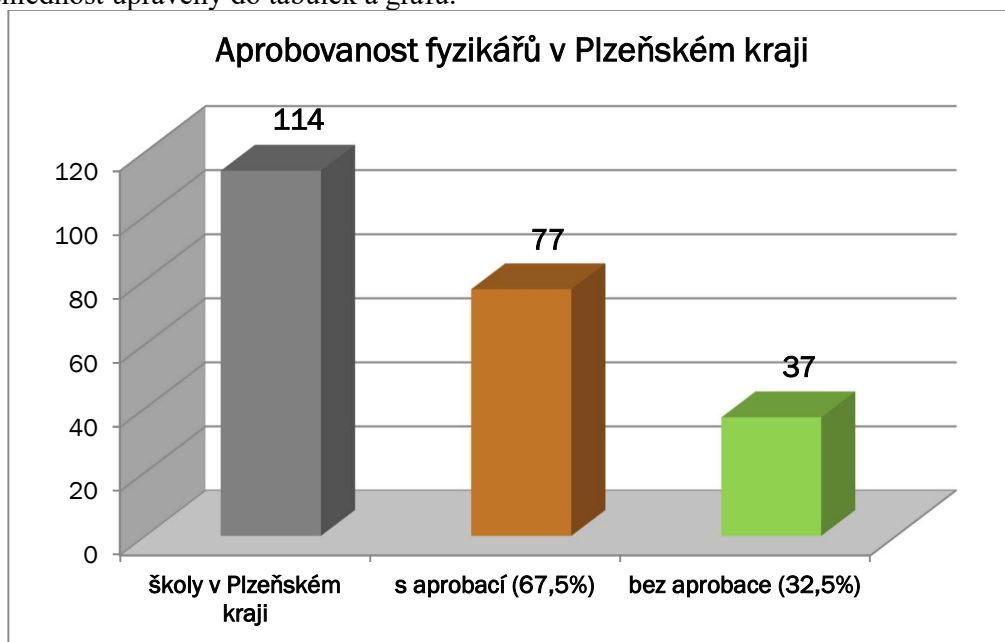
A jelikož jsme od škol chtěli zjistit hlavně ty pro nás zásadní informace, které bohužel nejsou nikde evidované, ohledně aprobovanosti fyzikářů, rozhodli jsme se pro cestu menšího zla a jednotlivé školy jednu po druhé jsme obvolali. Nejprve jsme čekali, že nás většina škol odmítne s tím, že na nějaké poskytování informací nemají čas. Ale až na pár výjimek byli všichni ředitelé či ředitelky základních škol velmi vstřícní a ochotní odpovědět na pár otázek. Na všech školách jsme se ptali na 3 základní otázky – Máte výuku fyziky vedenou aprobovaným učitelem? Do jaké věkové skupiny patří vyučující fyziky? Máte problém pro vaši školu sehnat aprobovaného fyzikáře? Zároveň byl všem dotazujícím vysvětlen pojem aprobovaný učitel, protože tento termín se dosti často zaměňuje s pojmem kvalifikovaný učitel. Aprobovaný učitel je:

1. absolvent učitelství fyziky pro základní a střední školy v magisterském studijním programu;

2. absolvent učitelství jiných všeobecně vzdělávacích předmětů + oboru Fyzika v programu celoživotního vzdělávání (studium k rozšíření odborné kvalifikace);

3. absolvent magisterského neučitelského studijního oboru (tedy i inženýrského) se zaměřením na fyziku + doplňujícího pedagogického studia.

A tak jsme se ke vši slávě dobrali výsledků a pro dva kraje v České republice jsme konečně získali adekvátní data, která už se dají uchopit a udělat si z nich představu, jaký je stav počtu aprobovaných učitelů fyziky. Veškeré získané informace jsou pro lepší přehlednost upraveny do tabulek a grafů.

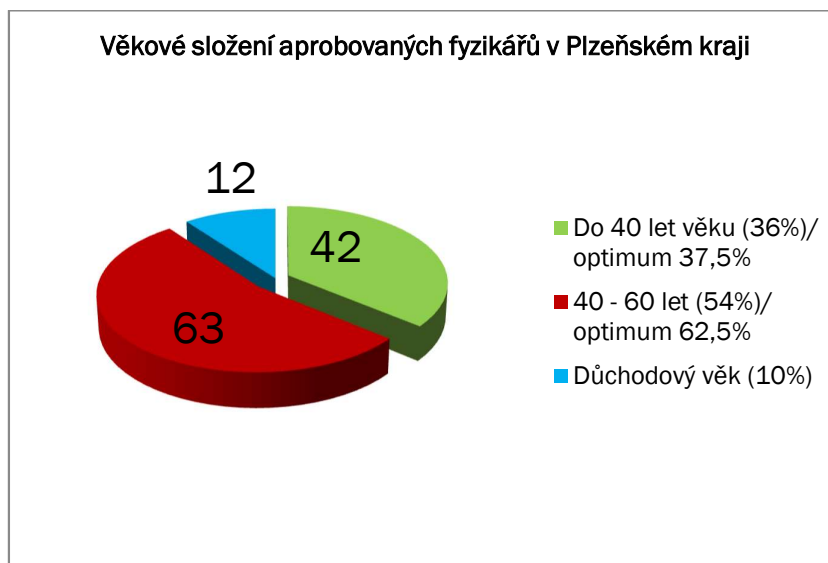


Graf 1: Počet škol s aprobovanými fyzikáři v Plzeňském kraji

Okres	Celkový počet ZŠ	ZŠ s aprobací	ZŠ bez aprobace	Průměrný věk aprobovaných učitelů fyziky
<i>Plzeň–město</i>	26	21 (81 %)	5 (19 %)	40
<i>Plzeň–sever</i>	21	11 (52 %)	10 (48 %)	51
<i>Plzeň–jih</i>	13	9 (69 %)	4 (31 %)	39
<i>Rokycany</i>	10	7 (70 %)	3 (30 %)	40
<i>Tachov</i>	12	7 (58 %)	5 (42 %)	50
<i>Domažlice</i>	12	10 (83 %)	2 (17 %)	44
<i>Klatovy</i>	20	12 (60 %)	8 (40 %)	50

Tab. 1: Přehled škol v jednotlivých okresech Plzeňského kraje

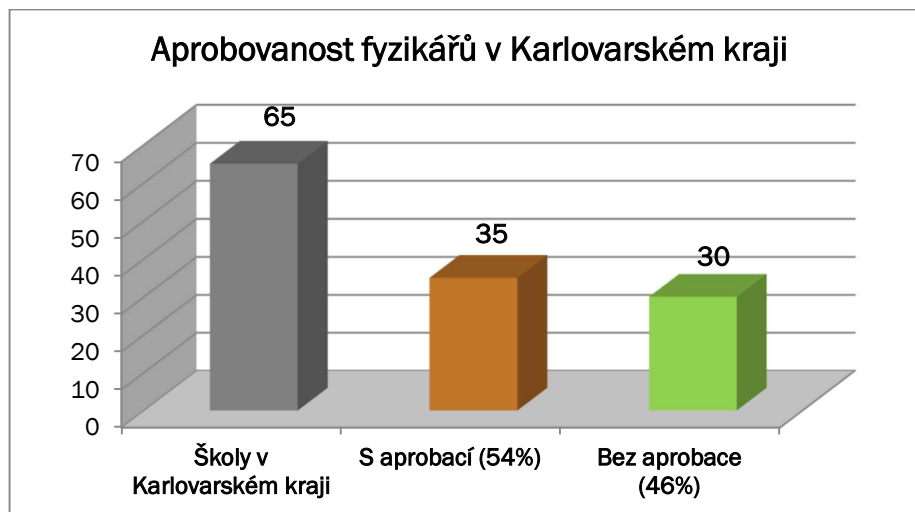
Podle přehledu v tabulce se může zdát, že na tom některé okresy Plzeňského kraje nejsou vůbec špatně, ale opak je pravdou. Stačí přihlídnout na věk aprobovaných učitelů a situace už se nezdá tak optimistická. Například okres Domažlice je na tom současně dobře, ale v tomto okrese je na 10 školách, kde je výuka vedena aprobovaným učitelem, polovina vyučujících ve věkové skupině 50+. Úplně nejhorší situace je v okrese Tachov, poté v okrese Plzeň–sever (z 11 škol s aprobovaným učitelem fyziky jsou na 4 vyučující v důchodovém věku) a poté v okrese Klatovy (z 12 škol s aprobovaným učitelem fyziky jsou na 2 vyučující v důchodovém věku a na 6 školách ve věkové skupině 50+).



Graf 2: Věkové složení aprobovaných fyzikářů v Plzeňském kraji

V Plzeňském kraji je tedy situace taková, že na 114 základních školách vyučuje fyziku celkově 178 vyučujících, přičemž 116 z nich je aprobovaných pro výuku fyziky.

V Karlovarském kraji je situace bohužel méně lichotivá.

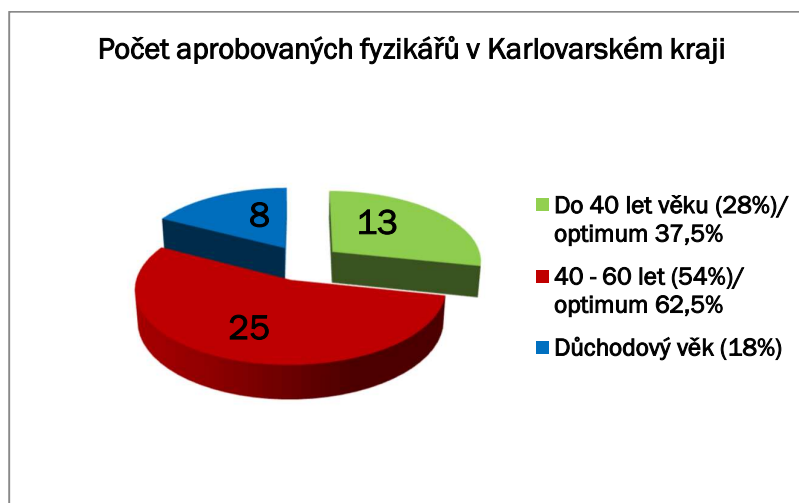


Graf 3: Počet škol s aprobovanými fyzikáři v Karlovarském kraji

Okres	<i>Celkový počet ZŠ</i>	<i>ZŠ s aprobací</i>	<i>ZŠ bez aprobace</i>	<i>Průměrný věk aprobovaných učitelů fyziky</i>
<i>Karlovy Vary</i>	24	14 (58 %)	10 (42%)	50
<i>Cheb</i>	20	13 (65 %)	7 (35 %)	46
<i>Sokolov</i>	21	8 (38 %)	13 (62 %)	50

Tab. 2: Přehled škol v jednotlivých okresech Karlovarského kraje

Nejhorší situace v Karlovarském kraji je v okrese Sokolov. Z 8 aprobovaných učitelů jsou 2 již v důchodovém věku a 2 těsně před dosažením důchodového věku. Ve výhledu pár let bude v tomto okrese situace velmi tíživá.



Graf 4: Věkové složení aprobovaných fyzikářů v Karlovarském kraji

Na 65 škol v Karlovarském kraji je výuka fyziky vedena 101 učitelů, z nichž jen 46 je aprobovaných.

Podle ředitelů je příčin, proč nemohou sehnat aprobovaného fyzikáře, hned několik. Za zmínku stojí ty prakticky totožně zmiňované na všech základních školách:

1. Útěk do jiných sektorů;
2. Finance;
3. Prestiž učitelského povolání;
4. Nízká autorita ze strany žáků;
5. Náročnost studia.

Podle věkové struktury aprobovaných fyzikářů v obou krajích lze předpokládat, že kritická situace s počtem fyzikářů nastane řádově během 5–10 let. Jaké jsou možnosti to ale změnit? Tohle jsou data zjištěná jen ve dvou krajích z celé republiky, proto by bylo třeba, aby se toho ujaly kompetentní osoby a zjistily situace napříč celou republikou.

### Literatura

DVOŘÁK, L. Příprava učitelů fyziky v ČR – Úvod do diskuse o stávajícím stavu a možnostech budoucího vývoje. In: *Moderní trendy v přípravě učitelů 7: Deset let zkušeností s realizací RVP ve výuce fyzice*. Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni, 2016, s. 27–37. ISBN 978-80-261-0531-2.

### Kontaktní adresa

Mgr. Marie Mollerová  
Fakulta pedagogická ZČU v Plzni  
Klatovská 51, 306 14 Plzeň  
E-mail: maruska@kmt.zcu.cz

## VYUŽITÍ PROGRAMU TRACKER VE VÝUCE MECHANIKY

Václav PISKAČ

### Abstrakt

Příspěvek je zaměřen na stručné představení programu TRACKER a o jeho zapojení ve výuce mechaniky.

### HOW TO USE THE TRACKER SOFTWARE FOR MECHANICS LESSONS

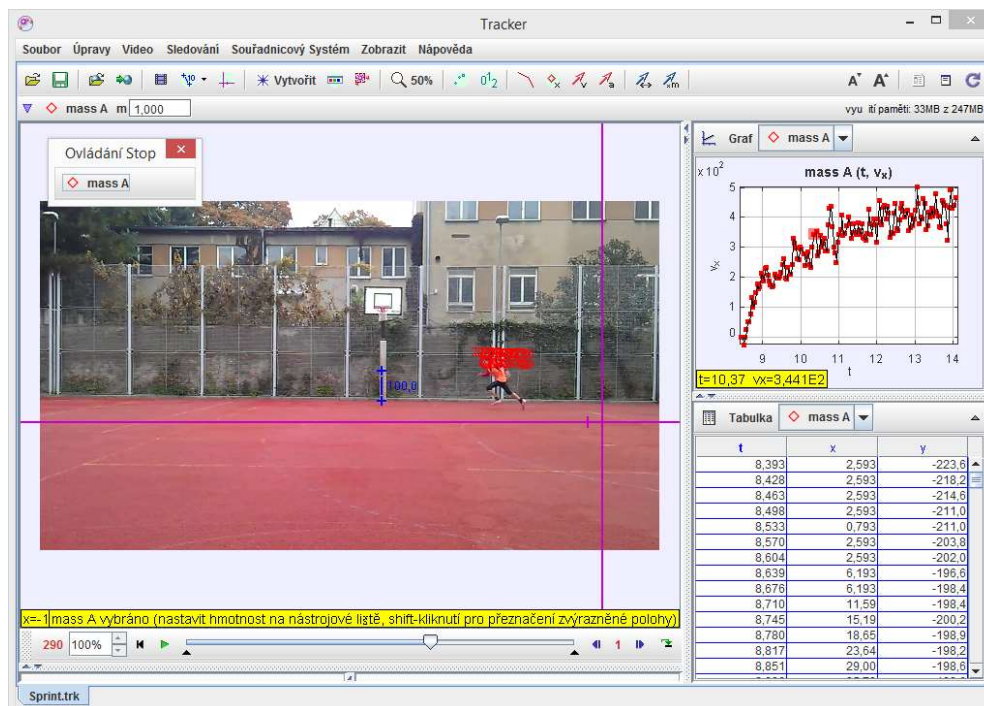
#### Abstract

The paper introduces the freeware TRACKER and describes how to use it in a physics lesson.

#### Představení programu

Program TRACKER je volně ke stažení na [1]. Je pokračováním řady programů, které se snažily analyzovat videozáznamy mechanických dějů. TRACKER je dotažen do stavu, kdy se z něj stává snadný a rychlý nástroj výuky mechaniky.

Cílem tohoto článku není podrobný popis použití programu, proto se omezím pouze na nejnütnější body. Po spuštění programu uživatel otevře analyzované video, nastaví měřítko obrazu a souřadné osy. TRACKER si sám určí frekvenci snímkování videa, tj. nastaví si časovou osu záznamu. Video se prochází snímek po snímku a v každém políčku se vyznačí poloha bodu, který nás zajímá (střed míčku, hlava běžce, špička rakety). Poloha se vyznačuje ručně. Tam, kde se jedná o výrazný objekt před jednolitým





pozadím (například červený míček před šedou stěnou), lze použít automatické sledování objektu, které dramaticky sníží náročnost práce.

TRACKER vytváří tabulku závislosti souřadnic sledovaného bodu na čase, navíc vykresluje graf závislosti zvolených veličin. Kromě času a polohy, které měří, dokáže dopočítat složky rychlostí, zrychlení, energie, výkon a mnoho dalších veličin.

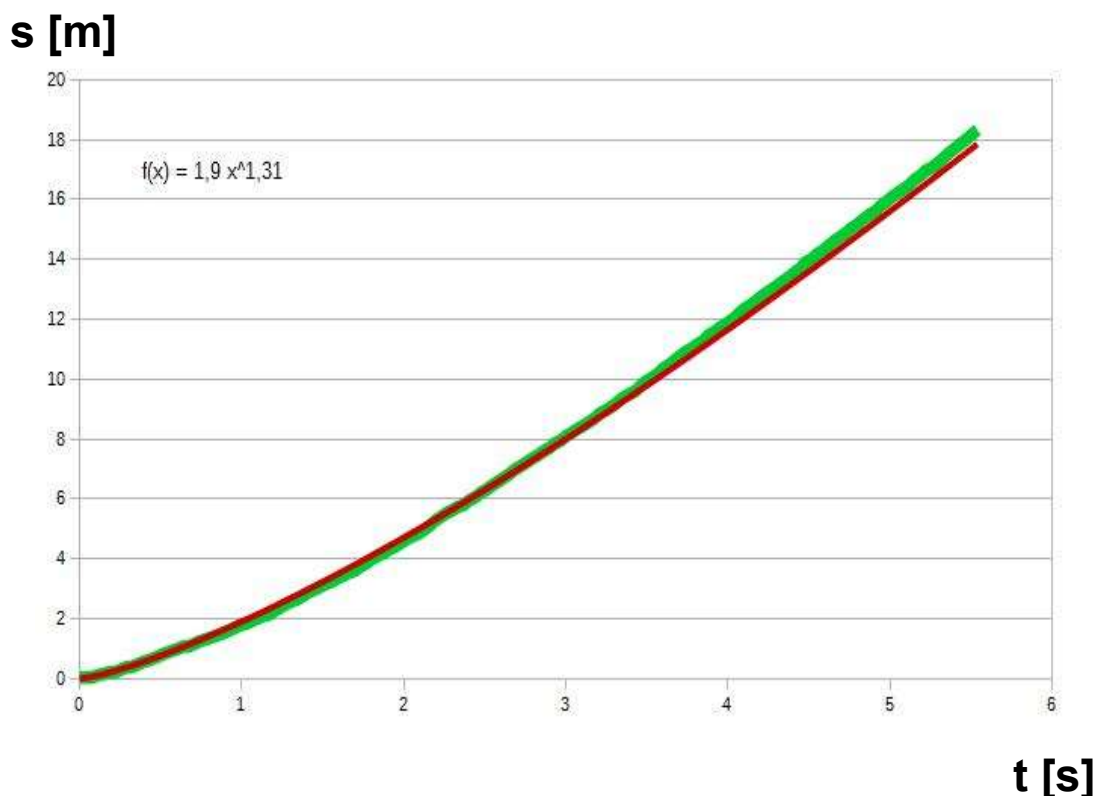
### Analýza sprintu

Prvním modelovou situací je sprint. Během sportovního dne školy jsem natočil záznam sprintu – kamera byla umístěna kolmo k závodní dráze v co největší vzdálenosti, aby se maximálně potlačilo zkreslení polohy závodníka.

V tomto případě bylo nutné sledovat polohu hlavy závodníka ručním umístěním kurzoru. Pro vlastní výuku je nutno mít toto měření předchystáno, ve vyučovací hodině na to není prostor.

Učebnice fyziky se zaměřují téměř bez výjimek na pohyby se stálým zrychlením, přesněji řečeno vše počítají tak, jako by se těleso pohybovalo se stálým zrychlením. Dalším z možných jednoduchých modelů je pohyb tělesa se stálým výkonem (což lépe odpovídá sportovním výkonům).

U rovnoměrně zrychlených pohybů je dráha úměrná druhé mocnině času, u pohybů se stálým zrychlením času umocněnému na 1,5. Sprint jsem vědomě analyzoval s tím, abych zjistil, který z těchto dvou modelů lépe popisuje realitu.

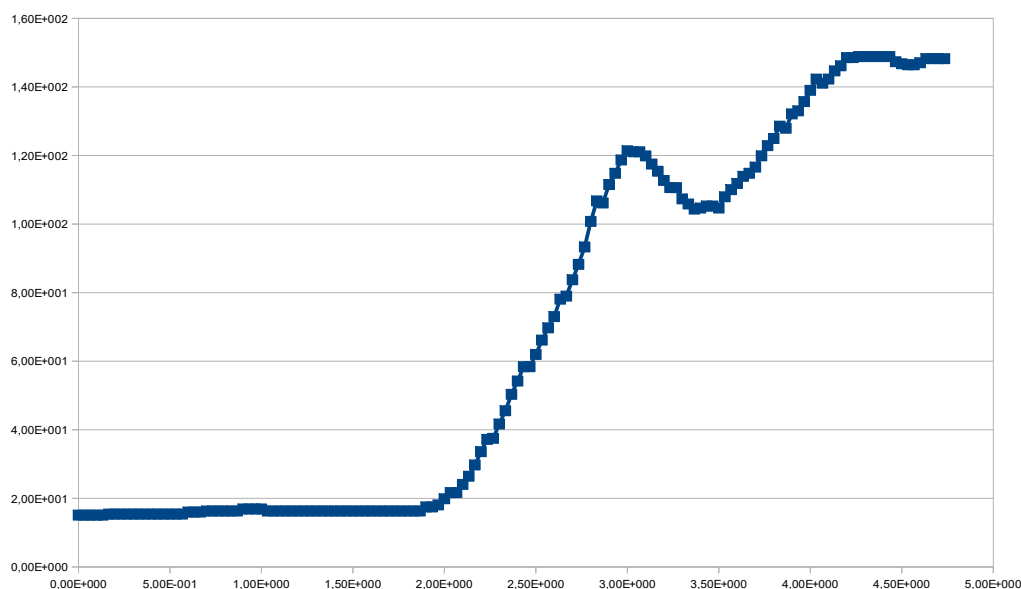


Výsledkem je závislost úměrná mocnině s exponentem 1,31. Tzn. blíže ke stálému výkonu, ale velmi daleko od rovnoměrně zrychleného pohybu.

### Analýza vzpěrače

Hledal jsem příklad extrémních výkonů lidského těla. Vhodnou situací byl rozbor světového rekordu ve vzpírání, kterého dosáhl íránský vzpěrač Behdad Salimi v roce 2011 – nad hlavu zdvihl činku o hmotnosti 214 kg. Video [2] bylo naštěstí natočeno tak, že umožnilo analýzu pohybu činky.

### poloha [cm]



### čas [s]

Pohyb činky byl překvapivě rovnoměrný, což umožnilo určit sílu, kterou na ni rekordman působil – 2,1 kN. Tento údaj v kombinaci s časovou osou umožnil dopočítat výkon sportovce využitý na zdvihnutí činky – 2,3 kW. Pokud započítáme fakt, že spolu s činkou zvedal i své tělo (hmotnostní kategorie přes 105 kg), můžeme odhadnout celkový výkon sportovce na cca 3,5 kW.

### Mé zkušenosti

Program TRACKER umožňuje efektivní analýzu mechanických dějů přímo ve výuce. Učitel musí najít vhodný videozáznam (dostatečné rozlišení, snadná sledovatelnost měřeného tělesa, pevná kamera, známé rozměry scény). Často je nejrychlejší metodou natočit vlastní video (např. u volného pádu, rovnoměrného otáčivého pohybu, závaží na pružině).

Video musí být pro výuku předchystané (výběr vhodné části záznamu, určení měřítka záznamu, nastavení os a sledovaného bodu) – TRACKER umožňuje tato nastavení uložit jako soubor s příponou TRK.

Za těchto podmínek můžete během cca 5 minut provést analýzu i celkem složitého mechanického procesu s tím, že žáci přímo sledují, jak analýza probíhá (tj. nedostávají pouze výsledky analýzy). Považuji proto TRACKER za velmi silný a účinný nástroj výuky.

### Závěr

TRACKER jako freeware může být nainstalován na libovolném školním či domácím počítači. Jeho využití výrazně zjednodušuje výuku mechaniky. Učitel navíc může požadovat po žácích, aby sami natáčeli videa a v rámci domácích projektů prováděli jejich analýzu.

### Literatura

1. Domácí stránky programu TRACKER, dostupné na WWW:  
<<http://physlets.org/tracker/>>
2. Záznam světového rekordu v trhu, dostupné na WWW:  
<<https://www.youtube.com/watch?v=iqU2ePEvMVk>>

### Kontaktní adresa

Mgr. Václav Piskač  
Gymnázium Brno, tř. Kpt. Jaroše  
tř. Kpt. Jaroše 1829/14, 658 70 Brno  
Telefon: +420 732 489 066  
E-mail: [vaclav.piskac@seznam.cz](mailto:vaclav.piskac@seznam.cz)

## TRACKER – VIDEOANALÝZA (doplnění od Martina Gembece)

První důležitý krok po otevření videa je **najít výchozí a koncový bod** (část videa, která nás zajímá). Použijeme šipečky, které posouváme držením myši, nebo pomocí tlačítek vpravo od časové osy (jemný posun po snímcích), viz obr. dole. Výchozí a koncový bod potvrdíme přes pravý klik myši na šipečce v časové ose videa.

Následují čtyři jednoduché kroky:

- 1) **nastavení videa** – velikost kroku, u zpomalených vyberu každý n-tý snímek (použit každý snímek = 1)
- 2) **vložení kalibrační tyči** – přetáhneme její počáteční a koncový bod a uprostřed zadáme hodnotu v m
- 3) **vložení souřadnicové sítě** – mohou přetáhnout její počátek a případně změnit její úhel (nahore vpravo)
- 4) **vytvoření hmotného bodu** – přiblížím si obraz (rolování kolečkem myši) a vkládám Shift + klik myši

The screenshot shows the Tracker software interface with the following components and annotations:

- Toolbar:** Four numbered icons (1-4) are shown at the top, corresponding to the steps in the text. The 'Vytvořit' (Create) button is highlighted with a red box.
- Video Player:** Shows a video of a ball in motion. A red dot represents the mass point. A status bar at the bottom of the video shows coordinates:  $x=65.56$ ,  $y=96.43$ .
- Graph:** A graph titled 'hmota A (t, x)' showing a parabolic curve of position  $x$  versus time  $t$ . An arrow points to the graph with the annotation: 'Výběr zobrazené veličiny v grafu'.
- Table:** A data table titled 'Tabulka' with columns for time  $t$ , position  $x$ , and position  $y$ . An arrow points to the table with the annotation: 'Úprava hodnot zobrazovaných v tabulce'.
- Timeline:** A playback control bar at the bottom. Annotations include:
  - 'Rychlost přehrávání' (Playback speed) pointing to the speed control.
  - 'Jezdec časové osy' (Time axis slider) pointing to the slider.
  - 'Jemný posun po snímcích' (Fine movement between frames) pointing to the right and left arrow buttons.
- Context Menu:** A right-click context menu is open over the timeline, showing options like 'Nastavení počátečního snímku pro jezdce (484)' and 'Nastavení koncového snímku jezdce (484)'. An arrow points to this menu with the annotation: 'Jemný posun po snímcích'.

### Kontaktní adresa

Mgr. Martin Gembec  
E-mail: [mgembec@zsrnyovice.cz](mailto:mgembec@zsrnyovice.cz)

## VYUŽITÍ MODERNÍCH MĚŘÍCÍCH PŘÍSTROJŮ VE FYZIKÁLNÍM PRAKTIKU

Tomáš REMIŠ

### Abstrakt

Zařazení úloh měřených na moderním přístrojovém vybavení do fyzikálního praktika může mít velký přínos pro studenty vysokých technických škol. Studenti si vyzkouší práci se špičkovými měřicími přístroji, což je může motivovat při výběru jejich budoucího pracovního zaměření. Do předmětu *Fyzikální praktikum 1* na KMT byla zařazena laboratorní úloha měření na reometru Ares G2, který je umístěný v laboratoři termických analýz na NTC, oddělení Inženýrství speciálních materiálů. Studenti v rámci úlohy provedli měření reologických vlastností roztoků pro přípravu poly(vinyl alkohol) (PVA) kompozitních membrán.

### USING MODERN MEASURING INSTRUMENTS IN PHYSICAL LABORATORY

#### Abstract

Incorporating tasks measured on modern instrumentation into physical practice can be a great benefit for students of technical schools. Students will try to work with top-of-the-line measuring instruments, which can motivate them to choose their future work orientation. In to the subject Physical Laboratory 1 at KMT was included a laboratory task measured on the rheometer Ares G2, which is in the laboratory of thermal analyzes at NTC, department Engineering of Special Materials. During the task, the students performed the measurement of rheological properties of solutions for the preparation of poly (vinyl alcohol) (PVA) composite membranes.

#### Úvod

Hydrofilní PVA membrány jsou používány v mnoha aplikacích, v poslední době byly široce využívány také jako polymerní elektrolytické membrány (PEM) pro palivové články. Na vytvoření kvalitní membrány se podílí mnoho parametrů, jako jsou vlastnosti roztoku pro přípravu membrány litím, podmínky přípravy (teplota, relativní vlhkost, čas), reakční složky atd. Viskozita polymerního roztoku hraje klíčovou roli nejen při přípravě membrány specifické tloušťky, ale rovněž zabraňuje tvorbě bublin a praskání membrány. Porozumění reologickým vlastnostem polymerních roztoků je důležité pro přípravu membrán vhodných pro využití v palivových člancích [1].

#### Reologie

Reologie zkoumá, jak se za působení mechanických vlivů mění a přetvářejí pevné látky nebo také, jak tečou a proudí kapaliny a plyny. Reologie je velice rozsáhlý obor, který zasahuje do celé řady jiných vědních disciplín (stavebnictví, strojírenství, hutnictví, sklářství, potravinářství, chemie, geologie, medicína, doprava, kosmetika, ...).

Kapaliny jsou látky, které se účinkem i malé vnější síly trvale deformují – tečou. Rychlost toku kapaliny je tím větší, čím větší je vnější síla a čím menší jsou vnitřní síly,

kteří působí proti toku. Vnitřní síly (vnitřní tření) vznikají v kapalině jako důsledek tepelného pohybu a mezimolekulárních přitažlivých sil. Při malých rychlostech proudění (laminární proudění) se tok kapalin uskutečňuje jako smyková deformace, která charakterizuje změnu materiálu při smykovém (tečném) napětí. Při laminárním proudění reálné tekutiny vzniká v důsledku mezimolekulárních sil ve stykové ploše dvou vrstev pohybujících se různou rychlostí v tečné napětí  $\tau$ , jímž se snaží rychlejší vrstva urychlovat vrstvu pomalejší a ta naopak zpomalovat vrstvu rychlejší. Podle Newtona je toto tečné napětí přímo úměrné gradientu rychlosti

$$\frac{dv}{dy}$$

tj. přírůstku rychlosti  $dv$  mezi dvěma přiléhajícími vrstvami dělenému vzdáleností vrstev  $dy$ . Platí:

$$\tau = \eta \frac{dv}{dy},$$

kde konstanta úměrnosti  $\eta$  se nazývá dynamická viskozita. Dynamická viskozita je látkovou charakteristikou, jejíž hodnota závisí na teplotě a tlaku. U plynů s teplotou roste, u kapalin naopak klesá [2-3].

Úkolem reologie je experimentální stanovení funkční závislosti mezi tečným napětím a gradientem rychlosti pro daný vzorek kapaliny, tzn. závislosti zdánlivé viskozity na tečném napětí nebo gradientu rychlosti.

K měření viskozity se běžně používají průtokové, pádové a rotační reometry.

U rotačních reometrů je vzorek podrobován smyku mezi dvěma definovanými plochami. Jedna plocha (rotor) se otáčí konstantní úhlovou rychlostí. Vnitřním třením kapaliny se otáčivý moment přenáší na druhou desku (převodník), kde se může měřit například stočení vlákna, na kterém je druhá deska zavěšena, nebo se otáčivý moment měří elektronicky.

Mezi nejběžnější typy rotačních reometrů patří typ složený ze dvou souosých válců, mezi kterými je měřená kapalina, typ složený z desky a kužele nebo dvou rovnoběžných desek (obr. 1).

Vztah mezi smykovým napětím  $\tau$  a momentem síly  $M$  je pro uspořádání kužel – deska s poloměrem podstavy kužele  $R$  dán rovnicí

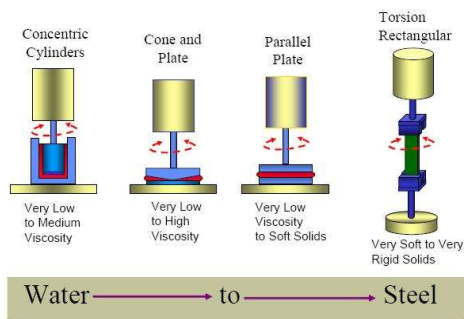
$$\tau = \frac{3M}{2\pi R^3}$$

a pro gradient rychlosti platí

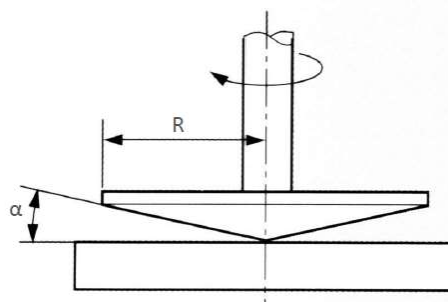
$$D = \frac{\omega}{\alpha},$$

kde  $\alpha$  je úhel zkosení v radiánech odpovídající štěrbině mezi deskou a kuželem (obr. 2). Tokovou rovnicí neneutonských kapalin lze tedy tímto reometrem určovat přímo z naměřených závislostí momentu síly na úhlové rychlosti:

$$\eta = \frac{\tau}{D} = \frac{3M \cdot \alpha}{2\pi \cdot R \cdot \omega^3} = K \frac{M}{\omega}.$$



Obr. 1: Typy geometrií [4].



Obr. 2: Geometrie kužel-deska [5].

### Měřicí metody

K měření úlohy byl využit rotační reometr ARES-G2 od TA Instruments. Toto zařízení se skládá z rotoru, který pohybuje se vzorkem a převodníku, který sleduje odezvu vzorku na jeho namáhání. Pro měření reologických vlastností polymerních PVA roztoků byla použita geometrie deska–kužel o průměru patic  $d = 25 \text{ mm}$  a úhlu zkosení  $\alpha = 2,3^\circ$ . Pro každý vzorek bylo provedeno měření jako závislost napětí na smykové rychlosti v rozmezí od  $0,1 \text{ s}^{-1}$  do  $100 \text{ s}^{-1}$  a na úhlové rychlosti v rozmezí od  $1 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$  do  $100 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ .

### Cíl měření

Cílem měření je určit rozdíl viskozity u jednotlivých kompozitních PVA roztoků. Rozdíl mezi jejich viskozitami může přinést dodatečnou informaci o jejich vnitřní struktuře. PVA roztoky se modifikují různými látkami, aby výsledná membrána získala lepší vlastnosti. Zejména se jedná o větší mechanickou a tepelnou odolnost a lepší elektrické vlastnosti membrány [6].

### Tvorba záznamu měření

Do záznamu o měření měli studenti zpracovat následující otázky:

1. Uveďte, co se děje s viskozitou vzorku vlivem zvyšující se koncentrace přidané látky do PVA roztoku.
2. Pomocí zdroje [6] diskutujte, jak se mění vnitřní struktura roztoku vlivem koncentrace přidané látky.
3. Proč se pro měření polymerních roztoků používají geometrie deska–kužel. Jaké jiné typy geometrií by byly pro tyto roztoky vhodné?
4. Diskutujte a odhadněte možné chyby měření.
5. Popište rozdíl mezi newtonskými a neneutronskými kapalinami a uveďte alespoň čtyři příklady neneutronských kapalin.

### Závěr

Studenti v rámci předmětu Fyzikální praktikum provedli měření viskozity PVA roztoků připravených pro přípravu kompozitních membrán pro palivové články. Díky této úloze si mohli studenti vyzkoušet práci s moderním měřicím přístrojem, zapojit se do výzkumu a řešit aktuální vědeckou otázku. Studenti během zpracování úlohy pracovali s odbornou literaturou v anglickém jazyce.

Do budoucna by bylo vhodné zařadit do Fyzikálního praktika více úloh měřených na moderních měřicích přístrojích.

### Literatura

1. LARMINIE, J., DICKS, A. Fuel Cell Systems Explained. 2nd ed. John Wiley & Sons Ltd, England: West Sussex, ©2003. ISBN 0-470-84857-X.
2. MACOSKO, Ch. W. Rheology: Principles, measurements and application. John Wiley & Sons, Inc, Canada, ©1994. ISBN 1-56081-579-5.
3. HOLZAPFEL, G. A. Nonlinear solid mechanics: A continuum approach for engineering. John Wiley & Sons Ltd, England: West Sussex, ©2000. ISBN 0-471-82304-X.
4. Instruments T. Rheology: Theory and Applications. 2010.
5. PragoLab. Seminář reologie. 2015
6. CHIEN, H. C., TSAI, L. D., HUANG, C. P., KANG, C. Y., LIN, J. N., CHANG, F. C. (2013). Sulfonated graphene oxide/Nafion composite membranes for high-performance direct methanol fuel cells. International journal of hydrogen energy, 38(31), 13792-13801.

### Kontaktní adresa

Mgr. Tomáš Remiš  
Inženýrství speciálních materiálů  
Nové technologie – Výzkumné centrum  
Veslavínova 42  
306 14 Plzeň  
Telefon: +420 377 636 300  
E-mail: tremis@ntc.zcu.cz



## JEDNODUCHÉ POČÍTAČOVÉ FYZIKÁLNÍ SIMULACE VE VÝUCE FYZIKY

Matěj RYSTON

### Abstrakt

Příspěvek představuje možnosti využití programovacího prostředí Visual Python k vytvoření jednoduchých fyzikálních simulací bez nutnosti větší znalosti programování. Visual Python je vybaven grafickým výstupem, ve kterém může uživatel manipulovat se základními geometrickými objekty pomocí programovacího jazyka Python. Tento nástroj je vhodný buď pro učitele fyziky, aby si vytvořili simulace šité na míru jejich vyučování (využit je také možné již hotové programy ostatních) nebo jako propojení výuky informatiky a fyziky, kdy si nadanější studenti sami mohou poměrně rychle vytvořit vlastní numerickou simulaci.

### SIMPLE COMPUTER PHYSICAL SIMULATION IN PHYSICS EDUCATION

#### Abstract

This contribution will present the possibility of using the programming environment of Visual Python to create simple physical simulations without the need to possess substantial knowledge of programming. Visual Python is equipped with a graphical output in which the user can manipulate basic geometrical shapes using the Python programming language. This tool is suitable either for physics teachers, who can make simulation especially designed for their teaching (it is possible to use already made programs by other users), or as an interconnection of physics and informatics where gifted students can relatively simply make their own numerical simulations.

#### Úvod

Při výuce fyziky často probíráme modelové situace, které předpokládají ideální podmínky (jako například absenci odporu vzduchu u vrhů či zanedbání hmotnosti závěsu u matematického kyvadla). Chceme-li takové jevy demonstrovat experimentem, narážíme často na problém, jak požadovaných ideálních podmínek dosáhnout. V tomto ohledu nám mohou pomoci fyzikální animace. Na internetu můžeme najít velkou spoustu animací včetně i interaktivních apletů (i když často vytvořené pomocí dnes již méně podporovaných technologií). Nicméně, pátrajícimu učiteli se může stát (stejně jako se to stalo autorovi tohoto příspěvku), že mu žádné z nalezených možností nevyhovují a chtěl by si ideálně vyrobit či alespoň upravit takový aplet sám.

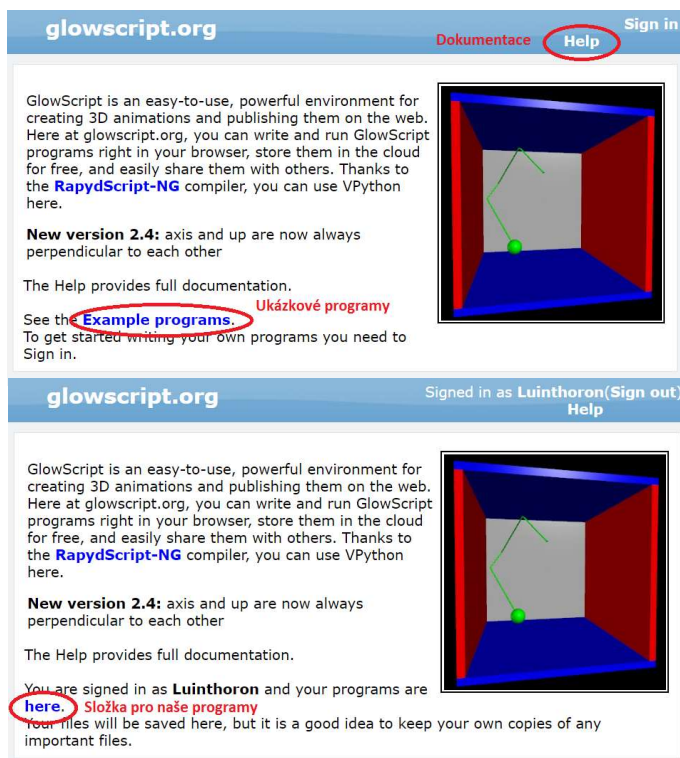
Jedním z možných nástrojů na výrobu vlastních animací je Visual Python (zkráceně VPython), grafická nástavba programovacího jazyka Python. Samotný program tedy píšeme přímo na úrovni programovacího jazyka. Výhodou je velká flexibilita výsledného programu, jinými slovy, co si naprogramujeme, to máme. Nevýhodou je samozřejmě nutná jistá základní zručnost v programování jazykem Python (což v dnešní době, kdy existují programovací tutoriály na všech dostupných digitálních platformách včetně učebních aplikací do mobilu, není taková překážka). Hlavní předností VPythonu je, že je již vybaven grafickým výstupem (scénou) a na uživateli zůstává „pouze“ manipulace se

zobrazovanými geometrickými objekty. Navíc, se scénou můžeme během chodu programu manipulovat. K dispozici jsou funkce jako rotace a přiblížení, ale díky podpoře interakce grafického rozhraní s myší a klávesnicí je možné si naprogramovat i další funkce, například pauzu či pohyb kamery. VPython je tak zdánlivě šit na míru učitelům fyziky, protože odpadá programově náročná část zajištění grafického výstupu a uživatel se může soustředit pouze na fyzikální stránku věci.

### O VPythonu

Návod, jak začít pracovat s programem najdeme na webové stránce projektu [1]. Pro začínajícího uživatele existují prakticky dvě možnosti. Buď stáhnout tzv. klasický VPython, tzn. knihovnu a k ní přibalené programovací prostředí (programovat můžeme ale v libovolném programovacím editoru podporujícím Python, na který jsme zvyklí, této možnosti se věnuje například tutoriál na [2]) nebo si založit účet na stránce Glowscript.org a psát své programy přímo v okně prohlížeče. Druhý způsob je ideální pro první vyzkoušení, a navíc tak získáme možnost výstup svého programu vkládat do vlastních internetových stránek. Této variantě se budeme nadále věnovat.

Po přihlášení na stránce Glowscript.org získáme k dispozici vlastní digitální prostor pro naše programy (vyznačen na obr. 1). Dalšími dvěma důležitými místy je dokumentace k Vpythonu obohacená o příklady (označená jako sekce Help), která může sloužit zejména jako užitečná reference při samotném programování, a složka ukázkové programy (Example programs). Ty můžeme použít jako ukázkou možností VPythonu. Samozřejmostí je veřejný zdrojový kód všech programů, kterým se můžeme volně inspirovat pro vlastní práci.<sup>7</sup>



Obr. 1: Úvodní stránka Glowscript.org.

Nahoře: Před přihlášením. Pro nového (ale vlastně i toho zkušeného) uživatele jsou důležité dvě vyznačené sekce. Jsou to Help (dokumentace) a Example programs (ukázkové programy).

Dole: Po přihlášení se nám zpřístupní vlastní složka pro naše programy. Odkaz na ní je trochu schován v textu, proto ho zde uvádíme.

<sup>7</sup> Protože projekt GlowScript slouží pro programování i v jiných jazycích, než je Python, najdeme mezi ukázkovými programy často několik verzí téhož v různých jazycích.

## Programujeme

Napišme si nyní svůj první program. Jako ukázkou si zvolíme mechanický harmonický oscilátor. Ten budeme reprezentovat hmotným bodem (kuličkou). Na obr. 2 vidíme komentovaný začátek našeho programu. Ve VPythonu vytváříme 3D objekty z dostupných funkcí (jako je šipka, kvádr, šroubovice, koule apod.), případně můžeme definovat i svá vlastní. Vidíme například použití funkce **sphere**, která vytvoří kouli o zadaném poloměru, poloze a barvě. Kromě povinných vlastností jako poloha či poloměr můžeme vytvářet i své vlastní. Objektu **bod** jsme přidali i vlastnost **v**, která bude mít význam vektoru okamžité rychlosti. Stejně jako u polohy se jedná o vektor. Ostatní části programu jsou okomentovány přímo v obr. 2.

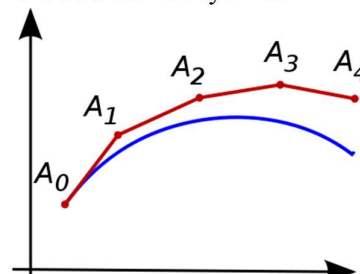
```

oscilator-ukazka by Luinthoron (Saved)
Run this program Share or export this program Signed in as Luinthoron(Sign out) Help
1 GlowScript 2.4 VPython
2 from visual import * # preamble pro používání knihovny VPythonu]
3
4 A = 3 # amplituda výchylky bodu;
5 m = 0.1 # hmotnost bodu;
6 T = 8 # perioda oscilátoru, alternativně můžeme používat frekvenci;
7 t = 0 # časový parametr;
8 dt = 0.01 # časový krok pro numerickou integraci;
9
10 omega = 2*pi/T # úhlová frekvence
11
12 scena = canvas(range = A+3) # nastavení záběru kamery (pokud bychom to neudělali,
13 # záběr se bude automaticky škálovat podle zobrazených objektů)
14
15 # oscilátor reprezentujeme hmotným bodem, v našem případě to bude koule, kterou
16 # umístíme do počátku souřadnic, bude mít poloměr 0.25 a světle modrou barvu. Bodu přidáme ještě vlastnost
17 # "v", která reprezentuje okamžitou rychlost bodu. Chceme, aby pohyb probíhal v ose y, proto jedina nenulova
18 # složka rychlosti je ta druhá. Její velikost zvolíme v souladu s rychlosti mechanického oscilátoru
19 # v rovnovazné poloze;
20
21 bod = sphere(pos = vec(0,0,0), radius = 0.25, color = color.cyan, v = vec(0,A*omega,0))
22
23 # souřadnicové vektory pro lepší orientaci
24 x = arrow(pos = vec(0,0,0), axis = vec(1,0,0))
25 y = arrow(pos = vec(0,0,0), axis = vec(0,1,0))
26 z = arrow(pos = vec(0,0,0), axis = vec(0,0,1))
27
28 while(True): # aby se nám animace zobrazila, spustíme nekonečnou smyčku (muze být i časove omezena);
29     rate(100) # povinný údaj upravující rychlost animace, da se zpomalit (<100) ci zrychlit (>100);
30
31
32

```

Obr. 3: Komentovaná první verze našeho programu. V tuto chvíli bychom po spuštění měli vidět světle modrou kuličku v počátku souřadnic na černém pozadí. Generovanou scénu je možno myší otáčet a přibližovat. Abychom toto mohli lépe pozorovat, přidali jsme ještě pro lepší orientaci tři jednotkové vektory ve směru souřadnicových os (vytvořeny funkcí arrow pro tvorbu šipek).

Nyní vytvoříme funkci, která rozpohybuje náš hmotný bod. Nejjednodušším způsobem numerické integrace je tzv. **Eulerova metoda** neboli metoda tečen. Předpokládáme, že v libovolném bodě dokážeme vypočítat derivaci hledané funkce, a tu aproximuje jako lomenou čáru složenou z tečen – viz obr. 3 (tedy například ze znalosti zrychlení hledáme rychlost). Tato metoda je popsána například na [3] a proto ji zde nebudeme podrobněji popisovat. V našem případě použijeme Eulerovu metodu dvakrát. Ze znalosti



Obr. 2: Znázornění Eulerovy metody tečen. Obrázek převzat z wikipedia.org.

okamžitého zrychlení bodu aproximujeme okamžitou rychlost a z té aproximujeme polohu bodu.

Funkci zajišťující pohyb pojmenujeme třeba Euler a přidáme ji do těla programu kamkoli před hlavní smyčkou. Funkce bude očekávat jako argument nějaký objekt. Z upravené pohybové rovnice pro harmonický oscilátor  $\vec{a} = -\omega^2\vec{y}$  vypočítáme okamžité zrychlení (na obr. 4 vidíme celou funkci – také si můžeme všimnout, že objekty **teleso.pos** a **teleso.v** jsou ve skutečnosti vektory). Pomocí současné hodnoty rychlosti jako derivace polohy najdeme změnu polohy jako  $\Delta\vec{y} = \Delta t \cdot \vec{v}$  a podobně z okamžité hodnoty zrychlení najdeme novou rychlost pro další krok. V rámci smyčky programu pak zavoláme funkci Euler na náš hmotný bod. Ten se nyní začne pohybovat podobně jako harmonický oscilátor.

```

21 bod = sphere(pos = vec(0,0,0), radius = 0.25, color = color.cyan, v = vec(0,A*omega,0))
22
23 # souradnicove vektory pro lepsi orientaci
24 x = arrow(pos = vec(0,0,0), axis = vec(1,0,0))
25 y = arrow(pos = vec(0,0,0), axis = vec(0,1,0))
26 z = arrow(pos = vec(0,0,0), axis = vec(0,0,1))
27
28 def Euler(teleso):
29     a = - omega*omega*teleso.pos
30     teleso.pos = teleso.pos + dt*teleso.v
31     teleso.v = teleso.v + dt*a
32
33 while(True):          # aby se nam animace zobrazila, spustime nekonecnou smycku (muze byt i casove omez
34     rate(100)        # povinny udaj upravujici rychlost animace, da se zpomalit (<100) ci zrychlit (>10
35     Euler(bod)
36

```

Obr. 4: Jednoduchá funkce zajišťující dynamiku naší simulace. Jednotlivé části jsou popsány v textu.

Náš program je z praktického hlediska hotov, ale dá se mnoha způsoby vylepšovat. Můžeme ho například obohatit o graf vykreslující okamžitou výchylku (ale i jiné veličiny) v závislosti na čase. Toho docílíme přidáním několika řádek kódu, jako vidíme na obr. 4. Hned na začátku programu musíme přidat preambuli pro používání knihovny pro grafy. Dále naší scéně dodáme atribut zarovnání doleva (`align = „left“`). Graf deklarujeme pomocí funkce **graph()** a zarovnáme ho doprava. Tímto způsobem se nám scéna a graf budou vykreslovat přehledně vedle sebe. Posléze si definujeme samotnou křivku grafu a přiřadíme jí modrou barvu. Ve smyčce programu pak necháme v každém kroku vykreslit bod o souřadnicích (čas, y-ová souřadnice hmotného bodu). Aby graf správně pracoval, musíme následně ještě posunout časový parametr.

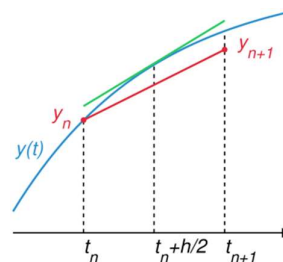
```

1 GlowScript 2.4 VPython
2 from visual import * # preambule pro pouziti
3 from visual.graph import *
4
5 A = 3 # amplituda vychylky bodu;
6 m = 0.1 # hmotnost bodu;
7 T = 8 # perioda oscilatoru, alternativni
8 t = 0 # casovy parametr;
9 dt = 0.01 # casovy krok pro numerickou int
10
11 omega = 2*pi/T # uhlova frekvence
12
13 scena = canvas(range = A+3, align = "left")
14 # zaběr se bude
15
16
17
18
19 def Euler(teleso):
20     a = - omega*omega*teleso.pos
21     teleso.pos = teleso.pos + dt*teleso.v
22     teleso.v = teleso.v + dt*a
23
24 g = graph(align = "right")
25 graf = gcurve(color = color.blue)
26
27 while(True):          # aby se nam animace zobrazil
28     rate(100)        # povinny udaj upravujici ryc
29     Euler(bod)
30     graf.plot(pos = (t, bod.pos.y))
31     t += dt          # na konci posunem
32

```

Obr. 5: Souhrn přidávaného kódu pro vykreslení grafu okamžité výchylky na čase.

Po spuštění programu si nyní můžeme všimnout na grafu, že amplituda našeho harmonického oscilátoru není stálá, ale že se mění s časem. To je nežádoucí chování našeho výpočtu a je způsobeno malou přesností Eulerovy metody. Jako poslední poznámku si nyní ilustrujeme možnou nápravu. Pro zpřesnění výpočtu máme v podstatě dvě možnosti. Buď zmenšit časový krok  $dt$  a nebo použít přesnější metodu. Eulerova metoda je metodou prvního řádu, zkusme tedy metodu druhého řádu. Možností je více, vyzkoušejme například tzv. metodu midpoint, jejíž myšlenku ilustrujeme na obr. 6. Více se o ní můžeme dočíst na [4]. Metoda používá k nalezení nového bodu funkce také její derivaci, ale počítanou v polovině intervalu. Pro výpočet potřebujeme vlastně dva kroky, nejprve vypočítat prostřední bod Eulerovou metodou a posléze najít díky tomuto pomocnému výpočtu hodnotu hledané funkce v dalším bodě.



Obr. 6: Ilustrace numerické metody midpoint. Převzato z wikipedia.org.

Funkce používající metodu midpoint by mohla v našem případě vypadat třeba takto (nezapomeňte změnit funkci, která hýbe s hmotným bodem z **Euler(bod)** na **midpoint(bod)**):

```

31
32 def midpoint(teleso):
33     pomocna_pos = teleso.pos + 0.5*dt*teleso.v
34     pomocna_v = teleso.v - 0.5*dt*omega**2*teleso.pos
35     teleso.v = teleso.v - dt*omega**2*pomocna_pos
36     teleso.pos = teleso.pos + dt*pomocna_v
37

```

Obr. 7: Příklad užití numerické metody midpoint

### Poznámka závěrem

Celý program včetně přidání pružiny spojené s hmotným bodem pro hezčí grafický výstup najdete na webových stránkách autora příspěvku [5]. VPython nabízí širokou škálu možných využití ve výuce fyziky, a i s ohledem na možnou počáteční rezervovanost uživatelů bez zkušeností s programováním, ho autor příspěvku považuje za nástroj hodný pozornosti učitelů fyziky. Jakékoli dotazy, náměty či nápady na spolupráci s využitím VPythonu budou vítány.

### Literatura

1. *VPython* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <<http://vpython.org>>
2. *VPython Intro*[online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <[http://vpython.org/contents/docs/VPython\\_Intro.pdf](http://vpython.org/contents/docs/VPython_Intro.pdf)>
3. *Euler method* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Euler\\_method](https://en.wikipedia.org/wiki/Euler_method)>
4. *Midpoint method* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Midpoint\\_method](https://en.wikipedia.org/wiki/Midpoint_method)>
5. *Harmonický oscilátor* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <<http://kdf.mff.cuni.cz/~ryston/oscilator.php>>

### **Kontaktní adresa**

Mgr. Matěj Ryston  
Katedra didaktiky fyziky  
Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy  
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8  
Telefon: +420 95155 2430  
E-mail: matej.rys@gmail.com

## **JAKÉ JSOU MOŽNÉ PŘÍČINY VÝSLEDKŮ ŠETŘENÍ TIMSS, PISA A TALIS V ČR**

Petr SLÁDEK, Jan VÁLEK

### **Abstrakt**

Nelichotivé výstupy posledních šetření TIMSS a PISA v ČR, zjišťujících výsledky vzdělávání žáků, zejména v přírodních vědách, vedou nutně k analýze příčin tohoto stavu. Vedle ostatních faktorů se na základě rozboru obou zpráv zdá být nejdůležitějším prvkem zjištěné úrovně přírodovědné gramotnosti aktuální stav pedagogického sboru. Jde zejména o věkovou strukturu a specializaci učitelů pro první stupeň základní školy, u patnáctiletých žáků pak data z šetření ukazují na nízkou aprobovanost učitelů předmětů fyzika a chemie.

### **WHAT ARE THE POSSIBLE CAUSES OF TIMSS, PISA AND TALIS SURVEYS RESULTS IN THE CZECH REPUBLIC**

#### **Abstract**

Not very exhilarating outcomes of then recent TIMSS and PISA surveys in the Czech Republic, reporting on the results of pupils' education, especially in science, lead inevitably to analyze the causes of this state. The most important factor influencing the level of the scientific literacy seems to be the current status of the teaching staff. The analysis of both reports indicates that this is particularly due to the age structure and specialization of teachers for primary school and to the low number of science teachers with appropriate qualification in physics and chemistry at lower secondary schools.

#### **Úvod**

Nedávno zveřejněné výsledky mezinárodního šetření TIMSS [1] (Trends in International Mathematics and Science Study) a PISA [2] (Programme for International Student Assessment) z r. 2015 v oblasti měření výsledků vzdělávání žáků jsou zdrojem k zamyšlení nad stavem zejména přírodovědné gramotnosti našich žáků. Kde jsou příčiny nelichotivého stavu? Je to výsledek přechodu od osnov směrem k rámcovému vzdělávacímu programu na základních a středních školách nebo je to v přípravě učitelů přírodovědných učitelů nebo ve změnách vztahu naší společnosti ke vzdělávání? Vedle vlastních výsledků pro dané období je důležitý i trend změn, ani zde není příliš důvodů k optimismu. Výsledky žáků českých základních a středních škol buď nadále klesají, nebo u žáků prvního stupně mírně rostou, avšak nedosahují úrovně před 20 lety.

Protože výsledky vzdělávání úzce souvisejí s ekonomickým výkonem, ohrožují klesající studijní výsledky žáků nejen budoucnost vysokoškolských studentů, ale i prosperitu České republiky.

#### **Přírodovědná gramotnost**

Pro účely šetření PISA 2015 byla stanovena tato definice funkční přírodovědné gramotnosti [2]:

**Přírodovědná gramotnost** je schopnost přemýšlet a jednat ve všech věcech souvisejících s přírodními vědami a jejich principy jako aktivní občan.

**Přírodovědně gramotný člověk** je schopen a ochoten zapojit se do věcné debaty o přírodních vědách a technologiích, k čemuž musí mít následující tři dovednosti:

**1. Vysvětlovat jevy vědecky**

Rozpoznávat, nabízet a hodnotit vysvětlení různorodých přírodních jevů a technologií.

**2. Vyhodnocovat a navrhopvat přírodovědný výzkum**

Popisovat a hodnotit přírodovědná zkoumání a navrhopvat vědeckovýzkumné otázky.

**3. Vědecky interpretovat data a důkazy**

Analyzovat a vyhodnocovat různé podoby dat, tvrzení a důkazů a vyvozovat odpovídající vědecké závěry.

Dalším kritériem k vystižení podstatných aspektů přírodovědného vzdělávání a k sestavení úloh do testu jsou **znalosti v obsahové, procedurální a epistemické dimenzi**.

**Obsahovou znalostí** se rozumí znalost základních teorií a principů vědy a znalost obsahu přírodovědných oblastí. V testu přírodovědné gramotnosti PISA 2015 je zahrnuta pouze ta část obsahu znalostí z fyziky, chemie, biologie a zeměpisu, které mají význam ve skutečných životních situacích, představují trvale platné významné přírodovědecké poznatky nebo zásadní principy a odpovídají znalostní úrovni patnáctiletých žáků. Metodika šetření přesně vymezuje testované znalosti z přírodovědných předmětů a seskupuje je do **oblastí: živé systémy, fyzikální systémy a systémy Země a vesmíru**.

**Procedurální znalost** zahrnuje znalost běžných postupů a strategií používaných při vědeckém zkoumání, metod dotazování, používání dovedností, algoritmů, technik a metod. Je využívána k vyhodnocování a navrhování pokusů, při interpretaci dat a tvorbě vědeckých závěrů. Procedurální znalost je znalost praktická a může být použita přímo k řešení úkolu.

**Epistemická znalost** je nově zavedená znalostní dimenze, která byla definována právě pro účely výzkumu přírodovědné gramotnosti programu PISA. Má funkci při ověřování jakéhokoli tvrzení ve vědeckém objevování a zahrnuje schopnost žáka hodnotit výsledky vědeckého výzkumu a poté rozhodnout, zda jsou použity vhodné postupy a jsou odůvodněné závěry. Zahrnuje také schopnost navrhnout, alespoň v hrubých rysech, jak lze problém vhodně vědecky zkoumat. Epistemická znalost představuje znalost pojmů a charakteristických znaků nezbytných pro proces tvorby a budování systému znalostí ve vědě i jejich rolí ve zdůvodňování spolehlivosti vědeckých poznatků, např. hypotéz, teorií nebo pozorování a jejich úloh v procesu poznávání. Výsledky z těchto dvou znalostí jsou ve výsledcích šetření sloučeny do jedné hodnoty.

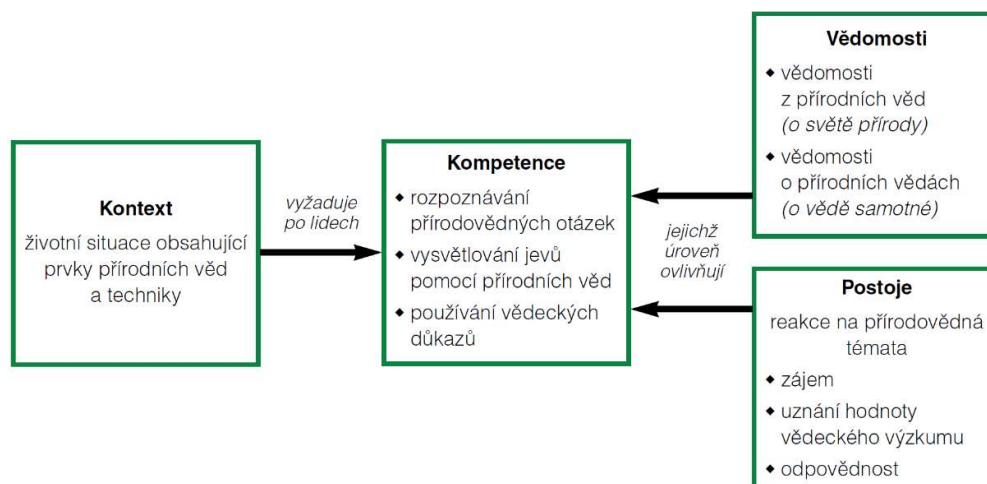
### Dovednostní škály

Projekt TIMSS rozlišuje v operační složce v přírodovědě stejné tři okruhy dovedností jako v matematice: **prokazování znalostí, používání znalostí a uvažování**. Okruhy vymezují dovednosti, které by žáci měli prokázat při řešení problémů a při odpovídání na otázky. [1]

### Schéma složek přírodovědné gramotnosti ve výzkumu PISA 2006

Jednotlivé hodnotící kategorie při hodnocení přírodovědné gramotnosti v roce 2006 podléhaly následujícímu schématu a hodnotily, převzato z [3]:





### Přírodovědné kompetence [3]

Žák umí

1. **rozpoznávat přírodovědné otázky** (rozpoznávat otázky, které je v dané situaci možné zodpovědět pomocí přírodních věd, nebo určit klíčová slova, která lze použít pro vyhledání přírodovědných informací o daném tématu; rozpoznávat podstatné rysy vědeckého výzkumu – co se má porovnávat, které proměnné je třeba měnit a které zachovat konstantní, jaké dodatečné informace jsou zapotřebí, jakým způsobem se mají sebrat potřebná data);
2. **vysvětlovat jevy pomocí přírodních věd** (aplikovat příslušné vědomosti z přírodních věd – popsat či interpretovat jevy a předpovídat změny, rozpoznávat, které popisy, vysvětlení nebo předpovědi odpovídají dané situaci);
3. **používat vědecké důkazy** (chápat, že vědecká zjištění jsou druhem důkazů, z nichž lze odvodit určité závěry, získávat vědecké informace, argumentovat a vyvozovat závěry na základě vědeckých důkazů, vybrat vhodný závěr z několika možností a určit předpoklady, o něž se daný závěr opírá).

Pro **Vědomosti o přírodních vědách** byly definovány dvě kategorie:

- vědecký výzkum (vědecké postupy, experiment, měření, práce s daty);
- vědecká vysvětlení (ověření hypotéz, závěry, důkazy, vysvětlení).

I když se postupy od sebe v šetření v jednotlivých pojmech mírně liší, lze je vzájemně porovnávat.

### Výsledky TIMSS 2015

Podle národní zprávy TIMSS 2015 [1] „výsledek českých žáků 4. ročníku v matematice i v přírodovědě byl v šetření TIMSS 2015 nadprůměrný. V matematice mělo devět členských zemí EU lepší výsledek než ČR a čtyři měly výsledek srovnatelný. V přírodovědě měly tři členské země EU lepší výsledek než čeští žáci a devět evropských zemí mělo výsledek srovnatelný. V obou předmětech si tradičně nejlépe vedly východoasijské země“.

Pokud se podíváme na tab. 1, je zřejmé, že si moc blahopřát nemůžeme, protože je plno zemí, které mají před námi výrazný náskok.

Tab. 1: Průměrný výsledek zemí 4. ročník – převzato z [1]

a) matematika

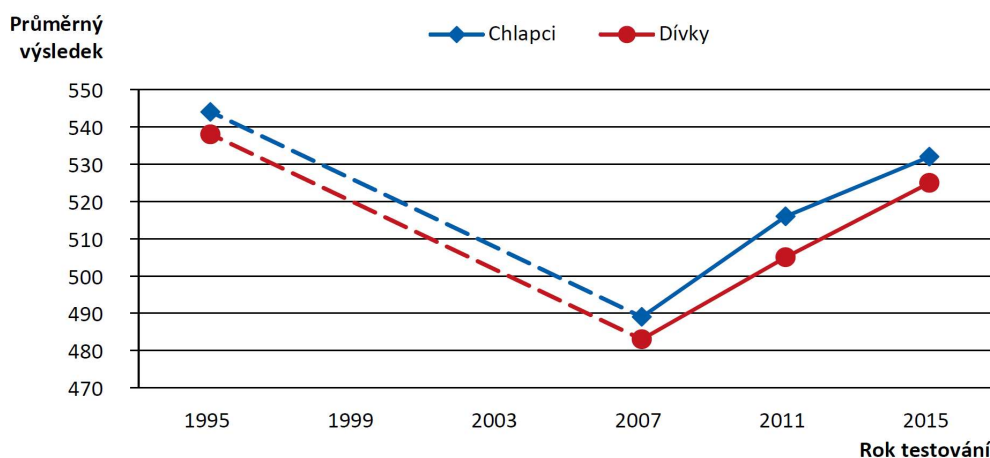
Země	Průměr
Singapur	618
Korejská republika	608
Japonsko	593
Severní Irsko	570
Rusko	564
Norsko	549
Irsko	547
Anglie	546
Belgie (vlámská)	546
Portugalsko	541
USA	539
Dánsko	539
Litva	535
Finsko	535
Polsko	535
Nizozemsko	530
Maďarsko	529
<b>Česká republika</b>	<b>528</b>
Bulharsko	524
Kypr	523
Německo	522
Slovinsko	520
Švédsko	519
Austrálie	517
Kanada	511
Itálie	507
Španělsko	505
Chorvatsko	502
Slovensko	498
Nový Zéland	491
Francie	488
Turecko	483
Chile	459

b) přírodověda

Země	Průměr
Singapur	590
Korejská republika	589
Japonsko	569
Rusko	567
Finsko	554
Polsko	547
USA	546
Slovinsko	543
Maďarsko	542
Švédsko	540
Norsko (5)	538
Anglie	536
Bulharsko	536
<b>Česká republika</b>	<b>534</b>
Chorvatsko	533
Irsko	529
Německo	528
Litva	528
Dánsko	527
Kanada	525
Austrálie	524
Slovensko	520
Severní Irsko	520
Španělsko	518
Nizozemsko	517
Itálie	516
Belgie (vlámská)	512
Portugalsko	508
Nový Zéland	506
Francie	487
Turecko	483
Kypr	481
Chile	478

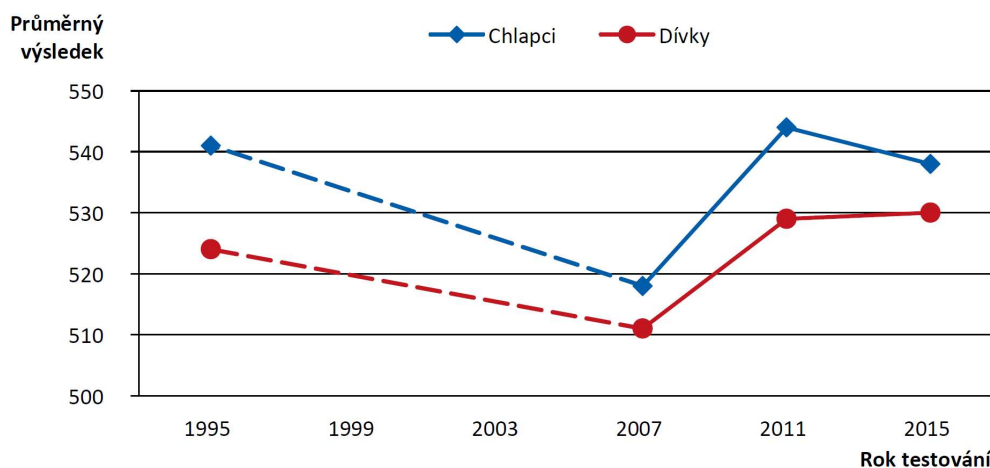
Nicméně v dalším odstavci [1] se konstatuje, že: „od roku 1995 do roku 2007 byl v ČR zaznamenán významný pokles výsledků žáků 4. ročníku v matematice i v přírodovědě. V matematice se výsledek českých žáků od roku 2007 zlepšoval, přesto byl v roce 2015 horší než výsledek v roce 1995. V přírodovědě zůstává po dobu dvacetiletého trvání projektu TIMSS výsledek ČR přibližně na stejné úrovni s výjimkou zhoršení v roce 2007.“

### a) matematika



Šetření TIMSS 1999 sledovalo pouze žáky 8. ročníků. V roce 2003 se Česká republika testování TIMSS nezúčastnila.

### b) přírodověda



Šetření TIMSS 1999 sledovalo pouze žáky 8. ročníků. V roce 2003 se Česká republika testování TIMSS nezúčastnila.

Obr. 1: Průměrný výsledek českých chlapců a dívek za posledních 20 let  
– převzato z [1]

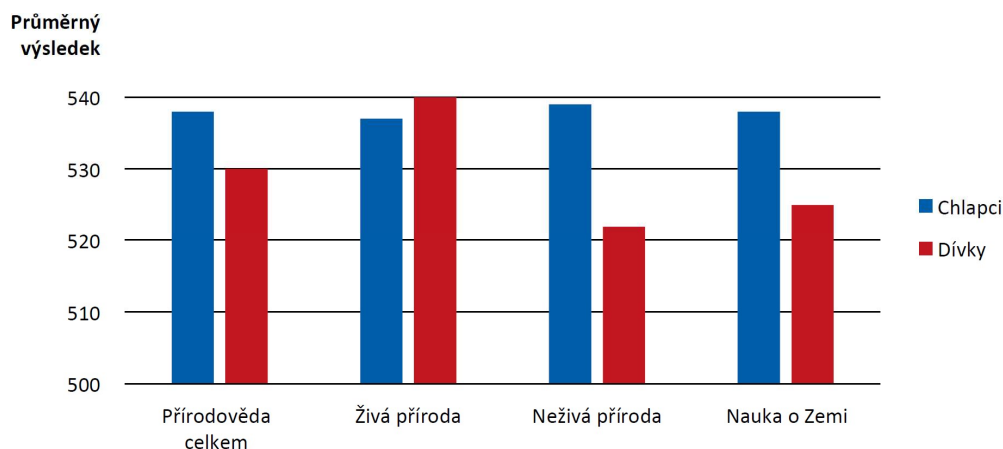
„Ze sdělení ředitelů škol a učitelů matematiky a přírodovědy byl stanoven průměrný počet hodin výuky daných předmětů za rok. Překvapivé jsou velké rozdíly v počtu hodin mezi jednotlivými zeměmi u obou předmětů. **Česká republika má podprůměrný počet hodin matematiky a téměř nejnižší počet hodin přírodovědy** (méně má pouze Irsko a Severní Irsko). Přírodní vědy se převážně vyučují jako samostatný předmět, což platí v průměru pro tři čtvrtiny žáků zapojených zemí a pro 90 % českých žáků.“ [1]

Ve 4. ročníku při podrobnějším zkoumání vychází **necelá 1 hodina týdně na přírodovědu a 3 hodiny na matematiku!** Kdybychom uvažovali s 20 hodinami výuky týdně, tak je to málo, zvláště v porovnání s většinou zemí, kde je to v případě přírodovědy více jak dvojnásobek.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8

„V přírodovědě měli čeští žáci relativně lepší výsledek v oblasti živá příroda a při prokazování znalostí. Naopak v oblastech neživá příroda a nauka o Zemi a v používání znalostí a v uvažování si v porovnání s celkovým výsledkem vedli hůře.“ [1] Z toho zřejmě vyplývá, že přírodopis je na tom lépe, než iniciační fáze fyziky či chemie.

I když se ve zprávě TIMSS 2015 konstatuje, že došlo ke zlepšení ve všech třech operačních složkách **-prokazování znalostí -používání znalostí -uvažování**, při pohledu na obr. 2 je zřejmé, že zlepšený výsledek jde převážně na vrub prokazování znalostí. Nejhůře je na tom používání znalostí. Změna se odehrála tedy tam, kde je to i pro učitele snazší a nevyžaduje to po něm hlubší pochopení souvislostí.



Obr. 2: Průměrné výsledky českých dívek a chlapců podle okruhů dovedností (TIMSS 2015 – přírodověda, 4. ročník) - převzato z [1]

„Čeští učitelé hodnotili podmínky pro výuku matematiky a přírodovědy ve školách nejlépe ze všech zemí.“ [1] Pokud jsou tedy podmínky pro výuku hodnoceny výborně, **pak musí být na vině špatný obsah učiva, didaktické metody nebo úroveň přípravy učitelů, a to v pregraduálním nebo v dalším vzdělávání.**

Tab. 2: ...na českých školách od roku 1995 (TIMSS 2015 – 4. ročník) – převzato z [1]

Rok šetření	Délka praxe	Procento žáků, které vyučují ...						
		ženy	muži	učitelé z věkové kategorie ...				
				do 29 let	30 - 39	40 - 49	50 - 59	60 a více
1995	22,5	94,0	6,0	12,8	23,0	19,7	38,8	5,7
2007	17,2	90,6	9,4	10,9	24,0	39,9	22,3	2,9
2011	18,8	95,3	4,7	11,9	18,2	39,6	27,9	2,4
2015	20,1	95,3	4,7	8,8	18,7	29,3	37,0	6,2

Pokud dáme do korelace údaje z tab. 2 a obr. 1, mohli bychom mít za to, že za bodový pokles (odmyslíme-li si ostatní vlivy) překvapivě může vyšší procento mužů na 1. stupni v roce 2007. Naskytá se otázka, do jaké míry byli přírodovědně (společenskovědně) orientováni a vzděláni. Analýzou věkové struktury učitelů bychom mohli usuzovat na to, že učitelé, kteří absolvovali svá studia s programy mající kořeny před rokem 1989, měli lepší přípravu. Pokles na stupnici výsledků v roce 2007 bychom mohli přičíst změně

přípravy učitelů prvního stupně v přírodovědné a, resp. matematické oblasti. Tuto nevýhodu pak učitelé v dalším období nahradili dlouhou učitelskou zkušeností.

Neméně zarážející skutečností, která vyplývá z šetření TIMSS 2015, je informace, že „V České republice je 6 % žáků vyučováno učiteli, kteří se při svém studiu učitelství pro první stupeň specializovali na matematiku, a 4 % žáků učiteli se zaměřením na přírodní vědy. Mezinárodní průměr přitom odpovídá přibližně jedné čtvrtině žáků 4. ročníku vyučovaných specializovanými učiteli, největší podíl těchto žáků je ve Švédsku a dosahuje až 70 %.“ Není divu, že pak není větší chuť věnovat více hodin týdně přírodovědě a matematice.

Tyto chybějící kompetence by si mohli učitelé doplnit v dalším vzdělávání. Nicméně přestože „Učitelé se zapojují do dalšího vzdělávání častěji v matematice než v přírodovědě. ČR zaostává za evropskými zeměmi ve vzdělávání v oblasti kurikula a obsahu předmětu, naopak intenzivněji se učitelé vzdělávají ve využívání informačních technologií při výuce.“ [1]. Možná je snazší se učit ovládat interaktivní tabuli (zájem dodavatelů didaktických technologií na školení) nebo se učit pracovat s kancelářským balíkem (tyto tendence se objevují i v šetření TALIS – Teaching and Learning International Survey – 2013 [5]) než se vzdělávat v oboru a jeho didaktice. Za posledních více než 10 let se z učitelů prvního stupně nikdo na katedře fyziky a chemie na PdF MU v rámci dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků nevzdělával. Chtěl bych věřit, že na ostatních fakultách vzdělávajících učitele fyziky či chemie je tomu jinak. Nebo je vzdělával někdo jiný. Nebo to zachraňuje přírodopis, ev. zeměpis.

Za zajímavé zjištění lze považovat výsledek, že „Žáci, kteří měli svůj vlastní počítač nebo tablet, dosáhli v průměru horšího výsledku než žáci, kteří počítač nevlastnili.“ [1]

### Výsledky PISA 2015

Šetření je zaměřeno na zjišťování úrovně přírodovědné, čtenářské a matematické gramotnosti **patnáctiletých žáků**, kteří se ve většině zúčastněných zemí nacházejí v posledních ročnících povinné školní docházky, a je navrženo tak, aby v jednotlivých zemích poskytovalo tvůrcům školské politiky důležité informace nejen o fungování jejich školských systémů a vývojových trendech, ale také umožnilo mezinárodní srovnávání. [2] Hlavní testovanou oblastí šetření PISA 2015 byla po devíti letech přírodovědná gramotnost. V dalším je přehled dle gramotností podle národní zprávy:

#### Výsledky žáků z České republiky v testu přírodovědné gramotnosti [2]

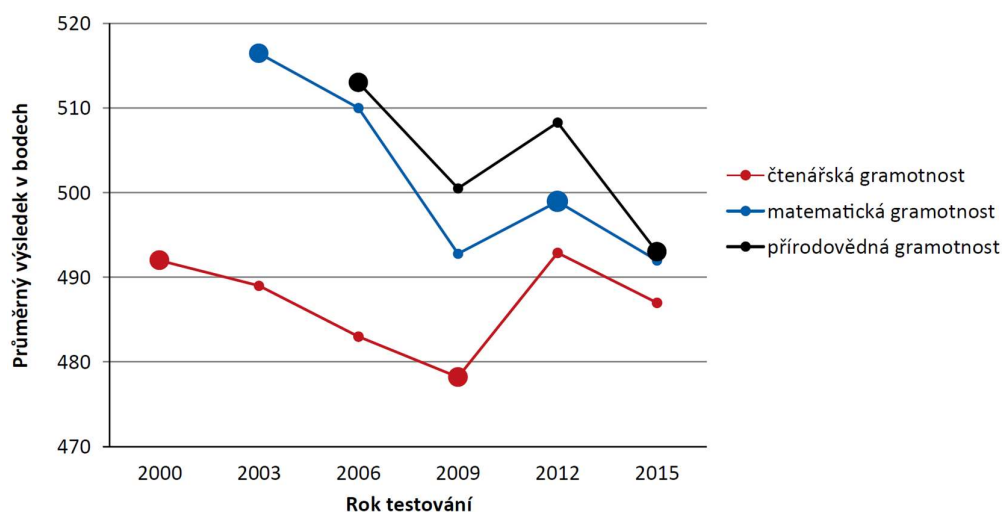
- Výsledek žáků z České republiky byl v testu přírodovědné gramotnosti srovnatelný s průměrem zemí OECD.
- Česká republika se zařadila do skupiny sedmi zemí OECD, jejichž nadprůměrný výsledek z roku 2006 se za devět let statisticky významně zhoršil.
- Podíl českých patnáctiletých žáků s nedostatečnou úrovní přírodovědné gramotnosti se zvětšil.
- Podíl českých žáků v nejvyšších gramotnostních úrovních se snížil.
- Podíl chlapců v nejnižší úrovni se zvýšil a je nyní vyrovnaný s podílem dívek.
- Podíl dívek v nejvyšších úrovních se snížil, podíl chlapců je v nich stále o něco větší.
- Rozdíl ve výsledcích deseti procent nejlepších žáků a deseti procent nejhorších žáků v přírodovědné gramotnosti byl v České republice o něco větší než v průměru zemí OECD, oproti roku 2006 se ale zásadněji nezměnil.
- Deset procent nejlepších českých žáků dosáhlo v přírodovědném testu nižšího počtu bodů než v roce 2006.

### Výsledky žáků z České republiky v testu matematické gramotnosti [2]

- V testu matematické gramotnosti byl výsledek českých žáků na úrovni průměru zemí OECD.
- Výsledky dívek a chlapců byly srovnatelné.

### Výsledky žáků z České republiky v testu čtenářské gramotnosti [2]

- V testu čtenářské gramotnosti byli čeští žáci mírně pod průměrem zemí OECD.
- Dívky dosáhly ve čtenářské gramotnosti lepších výsledků než chlapci, avšak rozdíl se u českých žáků snižuje.



Obr. 3: Změny ve výsledcích českých žáků v gramotnostních oblastech od roku 2000 – převzato z [2]

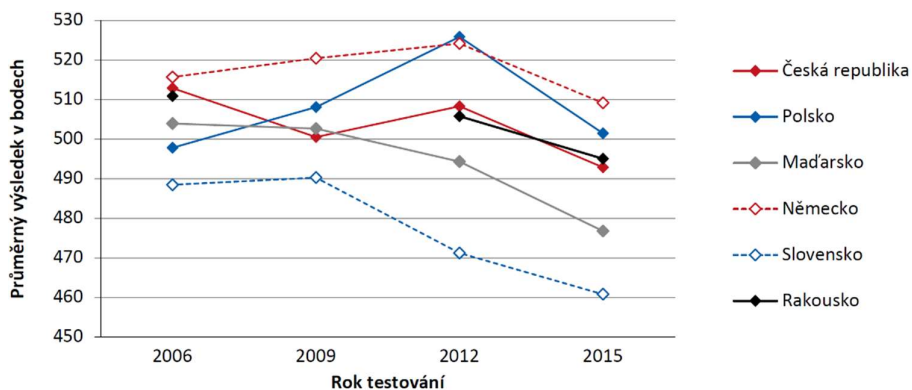
### Podrobnější pohled na výsledky českých žáků v testu přírodovědné gramotnosti

- Čeští žáci dovedli lépe vysvětlovat jevy vědecky.
- Hůře vyhodnocovali a navrhovali přírodovědný výzkum.
- Měli lepší znalost obsahu přírodních věd než procedurální a epistemickou znalost.
- Nevykazovali ve zvládnutí přírodovědných vzdělávacích oblastí výraznější rozdíly.
- Ve všech druzích škol dosáhli oproti roku 2006 nižších výsledků.

Tab. 3: Průměrné výsledky zúčastněných zemí – přírodovědná gramotnost [2]

Země	Průměrný výsledek	Země	Průměrný výsledek
Singapur	556	Litva	475
Japonsko	538	Chorvatsko	475
Estonsko	534	Argentina (B. Aires)	475
Tchaj-wan	532	Island	473
Finsko	531	Izrael	467
Macao (Čína)	529	Malta	465
Kanada	528	Slovensko	461
Vietnam	525	Řecko	455
Hongkong (Čína)	523	Chile	447
Čína (vybrané provincie)	518	Bulharsko	446
Korejská republika	516	Uruguay	435
Nový Zéland	513	Rumunsko	435
Slovinsko	513	Kypr	433
Austrálie	510	Moldavsko	428
Velká Británie	509	Albánie	427
Německo	509	Turecko	425
Nizozemsko	509	Trinidad a Tobago	425
Švýcarsko	506	Thajsko	421
Irsko	503	Kostarika	420
Belgie	502	Katar	418
Dánsko	502	Kolumbie	416
Polsko	501	Mexiko	416
Portugalsko	501	Černá Hora	411
Norsko	498	Gruzie	411
USA	496	Jordánsko	409
Rakousko	495	Indonésie	403
Francie	495	Brazílie	401
Švédsko	493	Peru	397
<b>Česká republika</b>	<b>493</b>	Libanon	386
Španělsko	493	Tunisko	386
Lotyšsko	490	Makedonie	384
Ruská federace	487	Kosovo	378
Lucembursko	483	Alžírsko	376
Itálie	481	Dominikánská republika	332
Maďarsko	477		

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8



Poznámka: Data pro Rakousko za rok 1999 nejsou dostupná

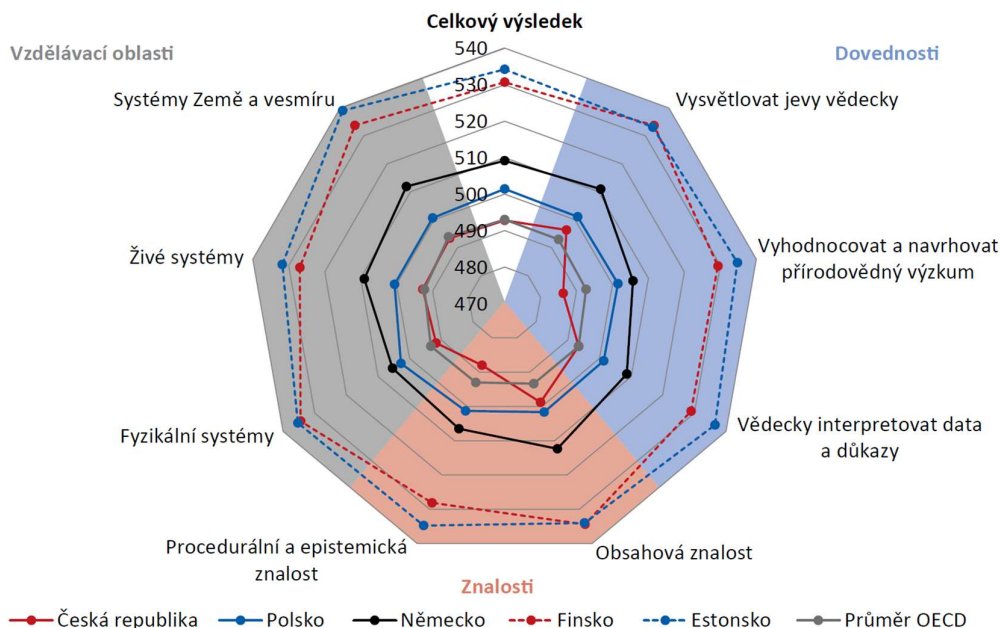
Obr. 4: Změny ve výsledcích žáků středoevropských zemí v přírodovědné gramotnosti mezi roky 2006 a 2015 – převzato z [2]

Obr. 4 ilustruje klesající tendenci ve výsledcích českých 15letých žáků. Daleko důležitější pro pochopení stavu je situace z tab. 4 znázorněná na obr. 5, která popisuje, jaké je srovnání českých žáků v definovaných dovednostech a znalostech.

Tab. 4: Výsledky žáků různých druhů škol na dílčích škálách přírodovědné gramotnosti [2]

Země/typ školy	Celkový výsledek	Rozdíl mezi výsledkem na dílčí škále a celkovým výsledkem							
		Vysvětlovat jevy vědecky	Vyhodnocovat a navrhnout přírodovědný výzkum	Vědecky interpretovat data a důkazy	Obsahová znalost	Procedurální a epistemická znalost	Fyzikální systémy	Živé systémy	Systémy Země a vesmíru
Základní školy	468	4,7	-5,4	-0,9	6,6	-5,0	-1,1	-0,5	1,6
Víceletá gymnázia	602	1,9	-8,2	8,5	7,0	-3,1	0,6	0,4	2,2
Čtyřletá gymnázia	578	-1,8	-9,3	6,8	3,5	-3,1	-3,1	0,0	3,3
SOŠ s maturitou	503	-0,2	-6,0	2,1	3,1	-3,0	-1,9	0,8	-1,0
SOU bez maturity	413	9,6	-4,9	-6,0	8,7	-7,6	5,4	-3,7	-2,9
<b>Česká republika</b>	<b>493</b>	<b>3,3</b>	<b>-6,7</b>	<b>0,4</b>	<b>5,8</b>	<b>-5,0</b>	<b>-1,4</b>	<b>-0,3</b>	<b>0,4</b>





Obr. 5: Výsledky na dílčích škálách přírodovědné gramotnosti ve vybraných zemích (v bodech) – převzato z [2]

Důležité je si povšimnout značné nevyrovnanosti pavučinového grafu a nízké hodnoty u kategorie „*Procedurální a epistemická znalost*“ ve srovnání „*Obsahovou znalostí*“ a poklesu „*Vyhodnocovat a navrhnout přírodovědný výzkum*“ u dovednostních kategorií.

Podobný charakter mají i šetření u matematické gramotnosti, které se podrobněji věnovalo šetření PISA 2012 [4]. Z tab. 5 je zřejmé, že v počítání jsou naši žáci relativně dobří. Ve *formulování*, *interpretování* a co se týče *neurčitostí a dat* mají rezervy. Tyto výsledky korespondují s šetřením přírodovědné gramotnosti jak z roku 2015, tak z roku 2006 (tab. 4–7).

Tab. 5: Výsledky vybraných zemí

**a) Výsledky vybraných zemí na dílčích škálách matematických postupů**

	Celkový výsledek	Rozdíl mezi výsledkem na dílčí a na celkové škále		
		Formulování	Používání	Interpretování
Česká republika	499	-4	5	-5

**b) Výsledky vybraných zemí na dílčích škálách matematického obsahu**

	Celkový výsledek	Rozdíl mezi výsledkem na dílčí a na celkové škále			
		Změna a vztahy	Prostor a tvar	Kvantita	Neurčitost a data
Česká republika	499	0	0	6	-11

Tab. 6: Relativní výsledky žáků ČR na třech kompetenčních škálách (PISA 2006 – přírodovědná gramotnost) [3]

Země/typ školy	Průměr za přírodní vědy celkem	Kompetence		
		Rozpoznávání přírodovědných otázek	Vysvětlování jevů pomocí přírodních věd	Používání vědeckých důkazů
<b>Česká republika</b>	<b>513</b>	<b>-12</b>	<b>15</b>	<b>-12</b>
Základní škola		-9	15	-17
Víceleté gymnázium		-18	11	2
Čtyřleté gymnázium		-11	3	4
SOŠ, SOU s maturitou		-12	12	-4
SOŠ, SOU bez maturity		-13	24	-25

Tab. 7: Relativní výsledky žáků ČR na vědomostních škálách (PISA 2006 – přírodovědná gramotnost) [3]

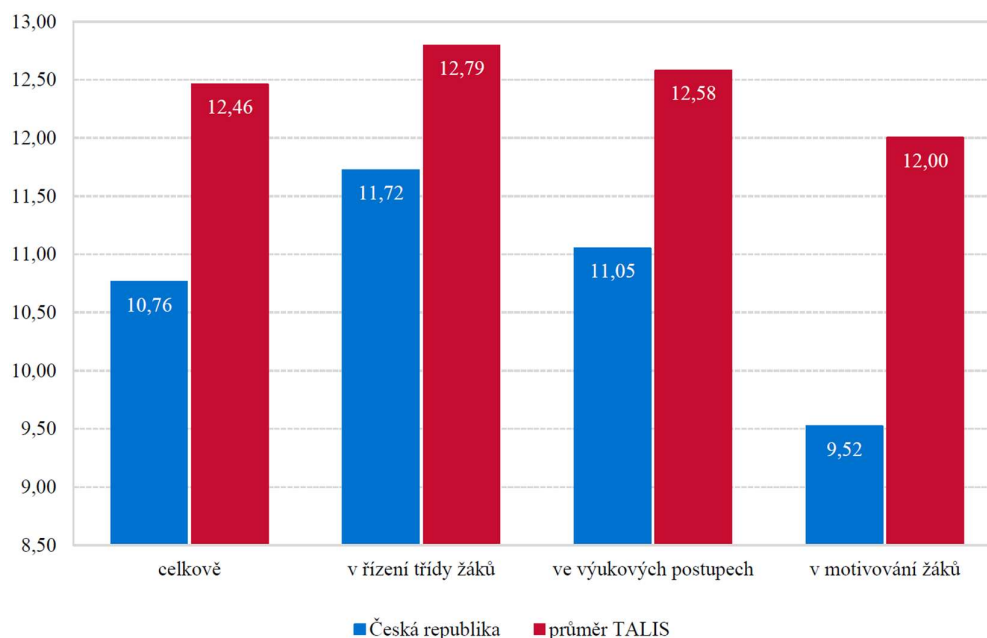
	Průměr za přírodní vědy celkem	Vědomosti o přírodních vědách	Vědomosti z přírodních věd		
			Neživé systémy	Živé systémy	Země a Vesmír
<b>Česká republika</b>	<b>513</b>	<b>-14</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>13</b>

Z dalších výsledků šetření PISA 2015 [2]:

- Zařazení *experimentů* do přírodovědné výuky, mimo vysoký motivační potenciál, *rozvíjí procedurální a epistemickou znalost sledovanou* v šetření PISA 2015.
- Ukazuje se, že pokud *učitel vysvětluje vědecké myšlenky, diskutuje o dotazech žáků a názorně demonstrovuje nějakou myšlenku v hodinách často*, dosahují žáci v testu přírodovědné gramotnosti *lepších výsledků*.
- *Častější diskuze celé třídy s učitelem v hodině naopak k lepším výsledkům nepřispívá.*

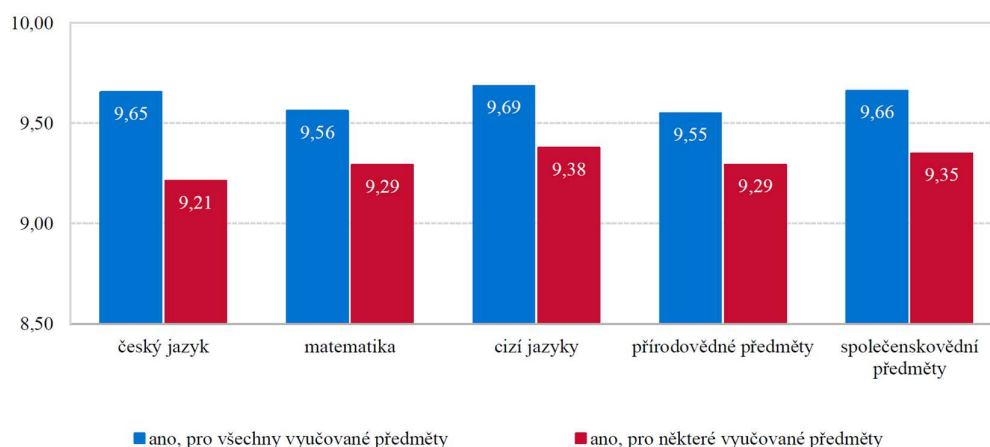
### Výsledky TALIS 2013

Vezmeme-li do úvahy výsledky šetření TALIS 2013 [5], můžeme se oprávněně domnívat, že výstupy z předchozích šetření souvisí se zdatností učitelů v ČR. Subjektivně vnímaná vlastní zdatnost učitelů v ČR je pod mezinárodním průměrem. V analytické zprávě k šetření TALIS 2013 [6] jsou shrnuta data ze subjektivně vnímané vlastní zdatnosti učitelů v ČR.



Obr. 6: Průměrné hodnoty indexu subjektivně vnímané vlastní zdatnosti učitelů celkem a za dílčí sledované oblasti (v ČR a v mezinárodním průměru) – převzato z [6]

Jako statisticky významná se jevila ve sledovaných oblastech jen *souvislost formálního vzdělání v didaktice předmětů, které učitelé různých předmětů vyučují*. Učitelé s formálním vzděláním v didaktice pro všechny vyučované předměty hodnotí svou zdatnost motivovat a zapojovat žáky do výuky lépe než učitelé s formálním vzděláním v didaktice jen pro některé vyučované předměty. Toto zjištění se projevuje ve všech skupinách předmětů (obr. 7).



Obr. 7: Průměrné hodnoty indexu subjektivně vnímané vlastní zdatnosti učitelů v ČR v oblasti motivování a zapojování žáků do výuky – podle formálního vzdělání v didaktice předmětů, které učitelé různých předmětů vyučují – převzato z [6]

Z analýzy potřeby počtu každoročních absolventů učitelství fyziky, resp. chemie pro udržení plného stavu aprobovaných učitelů fyziky (chemie) na všech školách v ČR

provedené ve studii autorů Sládek, Válek [8], [9] a z šetření o podílu učitelů předmětu fyzika, kteří prošli formálním vzděláním v didaktice fyziky (Kříž, Kubínová [10]), vyplývá, že **jen kolem 70 % učitelů předmětu fyzika s praxí delší, než pět let jsou aprobovaní, u praxe do 5 let je pak tento podíl pouze 50 %!** Navíc počty absolventů všech fakult vzdělávajících učitele fyziky umí pokrýt požadavek na přirozenou obnovu fyzikářů jen ze 40 %. Tato skutečnost do jisté míry vysvětluje *nerovnoměrnost mezi obsahovou znalostí žáků* na jedné straně a *procedurální a epistemickou znalostí žáků* na druhé straně, a pokles dovedností *Vyhodnocovat a navrhnout přírodovědný výzkum* (výsledky PISA 2015) a u obdobných kategorií v šetření PISA 2006 (tab. 4–6).

Na základě výsledků prezentovaných na obr. 7 se lze totiž oprávněně domnívat, že vyučující předmětů bez příslušného formálního vzdělání v didaktice daného oboru vnímající svou nižší vyučovací zdatnost, se při výuce opírá pouze o učebnici a vzpomínky na znalosti nabyté během střední ev. základní školy. Dokáže sice žákům předat obsahovou znalost předmětu, s předáním procedurální a epistemické znalostí to musí být zákonitě slabší. Předvádí dostatečný počet experimentů?

Jednou z variant, jak to může učitel, který dostal za úkol učit předmět, pro který není v didaktice daného oboru formálně vzdělán, napravit, je účast na dalším vzdělávání pedagogických pracovníků. Nejlépe absolvování studia dalšího aprobačního předmětu (DAP). Nicméně z analýzy šetření TALIS 2013 [6] vyplývá, že „ve většině oblastí se v podílu učitelů, kteří pocítují **velkou potřebu se vzdělávat, umístili v popředí učitelé esteticko-výchovných předmětů**. Naopak podíl učitelů předmětových oblastí **matematiky a dále cizích jazyků, kteří pocítují velkou potřebu se vzdělávat, byl ve srovnání s ostatními předměty v mnohých oblastech podprůměrný**. Výjimkou je pouze oblast ICT dovedností potřebných pro výuku a oblast nových technologií na pracovišti. Jako učitelé matematiky jsou na tom z tohoto hlediska podobně i učitelé **přírodovědných předmětů**.“ Tato skutečnost je s vysokou pravděpodobností dána tím, že v kurzech matematiky, fyziky, chemie je vyžadováno aktivní zapojení abstraktního myšlení, kdežto u esteticko-výchovných kurzů jde převážně o relaxační činnost podporující psychohygienu učitele.

Národní zpráva TALIS 2013 [5] poukazuje na tři hlavní překážky pro další vzdělávání: nedostatek času (resp. kolize s pracovním rozvrhem), motivace a finance.

Navíc se zavedením kariérního řádu přestane být získání aproby pro třetí předmět atraktivní, protože se v něm hodnotí „vertikální“ růst, nikoliv „horizontální“.

Průzkum Factum Invenio [11] mezi učiteli ukázal, že pouze 46 % učitelů hodnotí praktickou výuku na pedagogických školách jako dostatečnou a pouhých 37 % učitelů si myslí, že vyučující na pedagogických školách mají dostatečný kontakt s praxí. Může s tím udělat něco nový systém akreditací studijních programů na univerzitách?

### Závěr

Podle přírodovědných testů TIMSS 2015 a PISA z let 2006 i 2013 umějí čeští žáci mnohem lépe získávat vědecké znalosti než identifikovat vědecké problémy nebo používat důkazy. To s sebou nese nižší úroveň dovedností při řešení problémů.

Za počáteční příčinu můžeme považovat velmi nízké procento učitelů prvního stupně základní školy, kteří se při svém studiu učitelství pro první stupeň specializovali na matematiku nebo na přírodní vědy.

Hlavní příčinou je malé zastoupení učitelů fyziky, (chemie) s formálním vzděláním v příslušné didaktice na druhém stupni základní školy.

Dále nízká účast na dalším vzdělávání, zejména u neaprobovaných učitelů ze vzdálenějších regionů od sídla univerzity.

Neexistence sítě metodických kabinetů na okresní úrovni, kde by docházelo k vzájemné výměně zkušeností mezi učiteli a podpoře začínajících učitelů.

Jak se objevilo již v analytické zprávě [7], nejlepší výchovně-vzdělávací systémy dělají konkrétní kroky, aby

- k pedagogice přivedly velmi kvalitní studenty (např. 10–30 % nejlepších studentů),
- nabídli jim výrazně prakticky zaměřené vzdělání (např. 20–40 % studia),
- zajistili učitelům průběžný profesní rozvoj (pomocí vzájemného sdílení příkladů dobré praxe),
- napomáhali jejich dobrým výsledkům pravidelnou zpětnou vazbou a hodnocením.

Situace je alarmující a odkládání řešení společností znamená pozdější vysoké náklady. Většina žáků a rodičů je však se stávajícím stavem spokojena, což snižuje chuť a potřebu nezbytné změny. Změnit postoje a chování lidí je běh na dlouhou trať.

### Literatura

1. TOMÁŠEK, V., BASL, J., JANOUŠKOVÁ, S. *Mezinárodní šetření TIMSS 2015, Národní zpráva*. 1. vyd. Praha: ČŠI, 2016. ISBN 978-80-88087-07-6. Dostupné na [www: <http://www.csicr.cz/html/timss/flipviewerexpress.html>](http://www.csicr.cz/html/timss/flipviewerexpress.html)
2. BLAŽEK, R., PŘÍHODOVÁ, S. *Mezinárodní šetření PISA 2015, Národní zpráva*. 1. vyd. Praha: ČŠI, 2016. ISBN 978-80-88087-08-3. Dostupné na [www: <http://www.csicr.cz/html/PISA2015/flipviewerexpress.html>](http://www.csicr.cz/html/PISA2015/flipviewerexpress.html)
3. PALEČKOVÁ, J., TOMÁŠEK, V., BASL, J., KRAMPLOVÁ, I. *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006. Poradí si žáci s přírodními vědami?* 1. vyd. Praha: UIV 2007. Dostupné na [www: <http://www.csicr.cz/getattachment/cz/O-nas/Mezinarodni-setreni-archiv/PISA/PISA-2006/Narodni-zprava.pdf>](http://www.csicr.cz/getattachment/cz/O-nas/Mezinarodni-setreni-archiv/PISA/PISA-2006/Narodni-zprava.pdf)
4. PALEČKOVÁ, J., TOMÁŠEK, V., BASL, J., BLAŽEK, R., BOUDOVA, S. *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2012. Matematická gramotnost patnáctiletých žáků*. 1. vyd. Praha: ČŠI, 2013. ISBN 978-80-905632-0-9 Dostupné na [www: <http://www.csicr.cz/html/PISA2012-HZ/flipviewerexpress.html>](http://www.csicr.cz/html/PISA2012-HZ/flipviewerexpress.html)
5. KAŠPAROVÁ, V., BOUDOVA, S., ŠEVCŮ, M., SOUKUP, P. *Národní zpráva šetření TALIS 2013*. 1. vyd. Praha: ČŠI, 2014. ISBN 978-80-905632-3-0. Dostupné na [www: <http://www.csicr.cz/html/TALIS2013-NZ/flipviewerexpress.html>](http://www.csicr.cz/html/TALIS2013-NZ/flipviewerexpress.html)
6. KAŠPAROVÁ, V., HOLEČKOVÁ, A., HUČÍN, J., JANÍK, T., NAJVAR, P., PÍŠOVÁ, M., POTUŽNÍKOVÁ, E., SOUKUP, P., ŠEVCŮ, M. *Analytická zpráva z šetření TALIS 2013*. Praha: ČŠI, 2015. 79 s. Dostupné na [www: <http://www.csicr.cz/html/TALIS2013-AZ/flipviewerexpress.html>](http://www.csicr.cz/html/TALIS2013-AZ/flipviewerexpress.html)
7. KLESKEŇ, B., PODPIERA, R. *Klesající výsledky českého základního a středního školství: fakta a řešení*. 1. vyd. Praha: McKinsey & Company, Inc., 2010.
8. SLÁDEK, P. Sládek, J. Válek, *Létající fyzikáři*, Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 7, ed. M. Randa, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, 2016, ISBN 978-80-261-0531-2, s. 204–212.
9. SLÁDEK, P., VÁLEK, J. *(Ne)kvalifikovanost učitelů – létající učitelé*. In XXIV. Mezinárodní konference o výuce chemie DIDAKTIKA CHEMIE A JEJÍ KONTEXTY, ed. Hana Cídllová. Sborník příspěvků z konference 20.–21. 5. 2015.

Brno: Masarykova univerzita, 2015. s. 187–192, 6 s. ISBN 978-80-210-7996-0.  
doi:10.5817/CZ.MUNI.P210-7996-2015.

10. KRÍŽ J., KUBÍNOVÁ, Š. *Qualifications of Physics Teachers at the Primary School Level in Czech Republic and Their Attitudes towards Physics Tasks*. DIDFYZ 2016: From the Roots to Contemporary Education – Proceedings of the 20th International Conference, Račkova dolina 2016, ISBN: 978-0-7354-1472-3. AIP Conference Proceedings 1804, 030005 (2017); doi: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4974376>
11. *Analýza předpokladů a vzdělávacích potřeb pedagogických pracovníků pro zkvalitnění jejich práce*. [online]. Závěrečná zpráva z výzkumu realizovaného agenturou FACTUM INVENIO pro MŠMT ČR. 2009. [cit. 2015-06-01]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/skolskareforma/predpoklady-a-vzdelavaci-potreby-pedagogu>

### Kontaktní adresa

doc. RNDr. Petr Sládek, CSc.  
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání  
Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity  
Poříčí 7, 603 00 Brno  
Telefon: +420 549 49 6841  
E-mail: [sladek@ped.muni.cz](mailto:sladek@ped.muni.cz)

PhDr. Jan Válek, Ph.D.  
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání  
Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity  
Poříčí 7, 603 00 Brno  
Telefon: +420 549 498 327  
E-mail: [valek@ped.muni.cz](mailto:valek@ped.muni.cz)

### NOVINKY V ONLINE DATABÁZI OTÁZEK PRO METODU PEER INSTRUCTION

Jana ŠESTÁKOVÁ

#### Abstrakt

Příspěvek je věnován představení sady nových otázek vytvořených pro metodu Peer Instruction. Otázky v databázi jsou připraveny k použití v prezentaci, lze je zobrazit přímo z internetových stránek nebo stáhnout. U otázek jsou uloženy správné odpovědi, u některých i chybné představy žáků, které vedou ke špatným odpovědím.

Novinkou v databázi je 15 otázek z tématu mechaniky, vytvořených na základě studia základoškolských a středoškolských učebnic a sbírek úloh.

### NEWS IN THE QUESTIONS ONLINE DATABASE FOR THE PEER INSTRUCTION METHOD

#### Abstract

Introducing a set of new questions created for the Peer Instruction method. All questions in the database are ready for use in the presentation and can be viewed directly from the website or downloaded. Questions are supplied with correct answers, some of which are complemented by incorrect ideas of the pupils that lead to wrong answers.

A novelty in the database is 15 questions from the mechanics topic, created based on study of lower and upper secondary school textbooks and collections of tasks.

#### Databáze otázek pro metodu Peer Instruction

Databáze otázek je součástí internetových stránek [www.PeerInstruction.cz](http://www.PeerInstruction.cz), které dále obsahují podrobný popis metody, odkazy na rozšiřující materiály a videa spojená s tématem výuky metodou Peer Instruction.

Otázky v databázi jsou připraveny k použití v prezentaci, lze je zobrazit přímo ze stránek nebo stáhnout. U otázek jsou uloženy správné odpovědi, u některých i chybné představy žáků, které vedou ke špatným odpovědím. Databáze v tuto chvíli obsahuje 17 otázek z oblastí termika a elektřina, které vznikly na základě výsledků výzkumů publikovaných v knize Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky [1], 12 otázek z mechaniky, které vznikly překladem z knihy Peer Instruction: A User's Manual [2] a novinkou je 15 otázek z tématu mechaniky, vytvořených na základě studia základoškolských a středoškolských učebnic a sbírek úloh.

#### Filosofie tvorby nových otázek

Nové otázky vznikaly s použitím méně odborného, běžně mimo výuku používaného nefyzikálního jazyka, i za cenu odklonu od přesnější formulace.

Z výzkumu publikovaného v [3] vyplývá, že metodu Peer Instruction je ve výuce vhodné zařazovat především při probírání nové látky. V takovém případě však může zadání otázky typu „Hmotný bod se pohybuje rovnoměrným pohybem po kružnici...“ odvádět pozornost od reálného světa, ve kterém žáci žijí a směřovat žáky, aby hledali řešení pouze v informacích, které právě získali od učitele.

Je tedy vhodné zařazovat do výuky také otázky formulované méně odborným jazykem, které mohou sloužit jako pomocný krok na cestě ke správnému porozumění přesných fyzikálních pojmů. Díky méně odborné terminologii může snadněji docházet k navázání probírané látky na již známé jevy a zároveň se fyzika nemusí žákům jevit tak obtížně a neuchopitelně. S tímto cílem byla formulována například otázka na obr. 2 o výslednici sil. Úloha typu Záchranné čluny a břeh (obr. 1) je v učebnicích často zadávána s číselnými údaji o rychlostech lodi a člunů. Například „Lod' jede po jezeře rychlostí  $X$  km/h, na lodi z přídě na zád' přenášejí lodníci člun rychlostí  $Y$  km/h. Jakou rychlostí se člun pohybuje vůči břehu?“ Na první pohled velice podobná úloha ale žáky často svádí pouze k použití základních matematických operací ( $X+Y$ ,  $X-Y$ , ...) místo toho, aby se nad problémem pokusili zamyslet.

Pokud se žáci ponoří hlouběji do řešení úlohy zadané bez pojmů „rovnoměrně zrychlené“, pravděpodobně přijdou na to, že odpověď nebývá jednoznačná (viz řešení úlohy Výslednice sil). Popis reálného světa je komplikovaný, řešení otázek formulovaných pomocí běžného neobdobného jazyka by mohlo také sloužit jako motivace k používání modelů, které by situaci a její řešení usnadnily. Řešení podobných úloh by někteří žáci mohli sami vnímat jako motivaci pro hledání vhodných modelů. Na první pohled složité pojmy hmotný bod nebo rovnoměrný pohyb po kružnici by pak mohly žákům dávat větší smysl.

### Ukázka nových otázek

Po jezeře pluje velká loď se dvěma malými záchrannými čluny. Jeden je připevněn u přídě lodi, druhý přenášejí lodníci z přídě na zád'. Je možné, ale byl alespoň jeden ze člunů vzhledem ke břehu v klidu?

- A. Ano, oba čluny mohou být vzhledem ke břehu v klidu.
- B. Ano, jeden ze člunů může být vzhledem ke břehu v klidu.
- C. Ne, oba musí být vzhledem ke břehu v pohybu.

(F)

Obr. 1: Záchranné čluny a břeh

Uvažujeme tři vlaky. Jeden se rozjíždí ze stanice, druhý jede mezi stanicemi rychlostí 90 km/h a třetí projíždí zatáčkou. Na který vlak působí síly tak, že jejich výslednice má stálou velikost i směr? (Neuvažujte nulovou výslednici.)

- A. Vlak, který se rozjíždí ze stanice.
- B. Vlak jedoucí mezi stanicemi rychlostí 90 km/h.
- C. Vlak, který projíždí zatáčkou.
- D. Žádný z uvažovaných vlaků.

(F)

Obr. 2: Výslednice sil



### Řešení nových otázek

Řešení k otázce Záchranné čluny a břeh. Na obr. 1 je miniatura otázky z databáze. Písmeno F v rohu obrázku odkazuje na zdroj otázky.

Správná odpověď: B nebo při vhodném odůvodnění C.

Pokud by byl člun přenášen po lodi stejnou rychlostí (rychlost člunu vůči lodi), jakou pluje loď (rychlost lodi vůči břehu), byl by člun vzhledem ke břehu v klidu.

Daly by se uvažovat další faktory, jako například houpání lodi způsobené vlnami, nebo kývání člunu způsobené chůzí lidí. Při takovém odůvodnění by byla správně odpověď C. Zásadní je v této otázce uvědomit si, že je možné najít speciální případ, ve kterém je správně odpověď B.

Odpověď C se nabízí okamžitě: loď jede, čluny na ní, musí tedy jet taky, vůči břehu se tedy pohybují v každém případě (takto zvolená C je špatně).

Řešení k otázce Výslednice sil. Na obr. 2 je miniatura otázky z databáze. Písmeno F v rohu obrázku odkazuje na zdroj otázky.

Správná odpověď: A, při vhodném odůvodnění D.

A Ano, když se rozjíždí rovnoměrně zrychleným přímočarým pohybem.

B Ne.

C Ne, směr není stálý, ale v tomto případě je to pochopitelné, že takto může student uvažovat, protože vektor zrychlení směřuje stále do stejného místa (do středu kružnice).

Navrhuji nabídnout představu, že vše kromě souřadného systému, například spojeného se zemí a vektoru, zmizí. V takovém obrázku se bude vektor jasně otáčet a nebude mít stálý směr.

Vlak, který se rozjíždí ze stanice, je fyzikálně nepřesně formulovaný popis rovnoměrně zrychleného pohybu po přímé trati. Pokud by v žákovském odůvodnění zaznělo, že například může být hned za stanicí zatáčka, nebo že rozjíždění nemusí být rovnoměrné, pak odpověď A není správně.

V otázce je nutné zachovat větu „Neuvažujte nulovou výslednici“, tedy vyloučit variantu, že nulová síla je také stálá. Pokud bychom větu vynechali, mohli by studenti volit variantu B jako správnou odpověď, a to ze dvou důvodů: 1) pro špatnou představu „když síla, tak rychlost“, nebo 2) pro rozumnou představu, že nula je konstanta.

### Závěr

Z různých zdrojů lze nalézt velké množství otázek pro výuku fyziky. Databáze pro metodu Peer Instruction má za cíl shromáždit kvalitní otázky vhodné pro metodu, aby tak usnadnila učitelům práci s tvorbou nebo výběrem otázek. Aby byly otázky i jejich řešení šířeny mezi učitele v co nejkvalitnější podobě, byla k nim v průběhu konference i po ní sbírána zpětná vazba a návrhy na úpravy. Pokud byste při pročítání narazili na nepřesnosti, nebo vás napadly návrhy na zdokonalení otázek, neváhejte napsat.

### Literatura

1. MANDÍKOVÁ, D., TRNA, J. *Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky*. Brno: Paido, 2011. ISBN 978-80-7315-229-0.

2. MAZUR, E. *Peer Instruction: A User's Manual*, Prentice Hall, 1997, 253 s., ISBN 978-0135654415.
3. ŠESTÁKOVÁ, J. Case Study of Using Peer Instruction at Upper Secondary School, *Scientia in educatione* 7(2), 2016, p. 111–127, ISSN 1804-7106.

### Kontaktní adresa

Mgr. Jana Šestáková  
Katedra didaktiky fyziky, MFF UK  
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8  
E-mail: [Jana.Sestakova@mff.cuni.cz](mailto:Jana.Sestakova@mff.cuni.cz)

## **ZAPOJENÍ STUDENTŮ UČITELSTVÍ FYZIKY DO AKTUÁLNÍHO VÝZKUMU PALIVOVÝCH ČLÁNKŮ**

Martin TOMÁŠ

### **Abstrakt**

Spolupráce studentů učitelství fyziky a výzkumných center patří mezi žádoucí aktivity vedoucí k prohloubení kompetencí budoucích učitelů fyziky. Z pohledu výzkumných center dochází k posílení výzkumných týmů o motivované, poučené, perspektivní a přemýšlivé studenty, jejichž práce je pro obor přínosem. V rámci příspěvku budou diskutovány konkrétní činnosti studentů FPE ZČU v Plzni během jejich působení ve výzkumném centru NTC (Nové technologie – výzkumné centrum, ZČU v Plzni). Cílem příspěvku je poukázat na možnosti využití vybavení výzkumného centra k tvorbě diplomových či bakalářských prací.

### **FUTURE TEACHERS OF PHYSICS AND ACTUAL FUEL CELL RESEARCH**

#### **Abstract**

Highly desirable cooperation between research centre and future teachers of physics leads to improvement of the educational process. The motivated and perspective students are important part of research teams. This contribution deals with actual activities of future physics teachers from Faculty of Education (University of West Bohemia) in NTC research centre (New technologies - research centre). The possibilities of research centre equipment usage for subject of master/bachelor theses are discussed.

### **Výuka ve výzkumném centru**

Činnost NTC je striktně zaměřena na vědecko-výzkumnou činnost a pedagogická práce je tak omezena na přednáškové kurzy některých pracovníků, přičemž tato pedagogická práce je prováděna na jednotlivých fakultách ZČU. Výzkumné centrum akreditovalo doktorský studijní program, nicméně v tomto příspěvku bude akcentována práce se studenty v pregraduálním studiu. Příspěvek se rovněž omezí na činnost v Laboratoři pro analýzu polymerních materiálů v oddělení Inženýrství speciálních materiálů.

Kromě tvorby studentských závěrečných prací byla v laboratoři realizována i pravidelná výuka. Vzhledem k prostředí laboratoře byl rozsah výuky omezen na dvě laboratorní úlohy vyučované v rámci Fyzikálního praktika. Úlohy byly zaměřeny na měření impedančního spektra během fázového přechodu parafínu a zjištění specifického povrchu práškového materiálu (metakaolin) pomocí inverzní plynové chromatografie.

Bakalářské a magisterské práce lze rozdělit do dvou kategorií – teoretické a experimentální práce. Teoretické práce jsou zaměřeny na tvorbu, modifikaci a komparaci teoretických modelů. Bakalářské práce obvykle tkví ve využití již publikovaného modelu a jeho modifikaci k potřebám experimentu realizovatelného v podmínkách laboratoře. Diplomové práce pak spočívají spíše v novém přístupu k problému. Ve všech případech je teoretický model verifikován v laboratoři.

Mezi studenty můžeme pozorovat vyšší zájem o experimentální práce, které souvisí s nastavením vhodného experimentu sledujícího významný parametr palivového článku během jeho činnosti [1,2]. Většina prací je zaměřena na degradaci komponent vodíkových palivových článků s protonově vodivou membránou. Jedná se o problematiku s vysokým publikačním potenciálem a případným širokým aplikačním dopadem. Právě výzkum degradace palivových článků během provozu patří mezi nejvyšší priority celého odvětví a případný posun v této oblasti vede k urychlení procesu komercializace těchto zdrojů elektrické energie [3].

### Aktuálně řešené téma diplomové práce

Činnost studentů během tvorby experimentálních prací byla často zaměřena na umělou chemickou degradaci komponent palivových článků a následným testování takto degradovaných materiálů. Výsledky byly porovnány s vlastnostmi nedegradovaných komponent. V současnosti je v laboratoři řešen problém akcelerovaného testování celého vodíkového palivového článku. Tato problematika již vyžaduje komplexní přístup a precizní nastavení experimentu [4].

Akcelerované testování je úspěšnou alternativou dlouhodobých testů [5]. Kromě přístrojového času snižuje i finanční náklady nutné na provedení testu. Test simuluje dlouhodobou konstantní zátěž v trvání například několika let, přičemž je test koncipován jako cyklické zatěžování trvajících několik dní. Mnohaletá konstantní zátěž by byla neúměrně nákladná (řádově miliony korun), a proto je akcelerovaný test mnohem výhodnější variantou se zcela srovnatelnými výsledky. V praxi se obvykle využívá výkonové zatěžování, kdy je palivový článek uveden do provozních podmínek a následně dochází k výkonovým skokům z nezatěžovaného stavu [6]. Základní cyklus se pak provádí v řádově stovkách opakování. Průběžně jsou vyhodnocovány výkonové charakteristiky (generovaný elektrický proud, elektrické napětí) a produkovaná voda je skladována pro další analýzu.

Při tvorbě jedné z diplomových prací byl realizován následující experiment. Po vyjmutí přípravku z jednotky pro měření přítlaku, teplotního pole a plošné distribuce proudové hustoty (qCf FC50/125 – balticFuelCells) byl přípravek vyčištěn izopropylalkoholem a zbaven pevných částic (uhlíková vlákna). Do přípravku byla vložena sestava membrán a elektrod (MEA) připravená komerčním výrobcem. Do MEA byly vyříznuty otvory tak, aby bylo možné protáhnout vodící tyče zajišťující stabilní pozici MEA. U MEA byla rovněž zjištěna hmotnost pro následné porovnání po řízené degradaci. Přípravek obsahující MEA byl vložen zpět do jednotky qCf FC50/125. Tato jednotka byla připojena k testovací stanici G20 (Greenlight Innovation), která zajišťuje řízení teploty, vlhkosti, tlaku a objemu reaktantů. Stanice G20 umožňuje nezávislé monitorování generovaného elektrického proudu a napětí. Celý testovací systém je rozšířen o termostat, který cirkulací silikonového oleje uvnitř přípravku zajišťuje homogenní distribuci teploty uvnitř přípravku. Testovací systém s termostatem byl tedy uveden do provozu a do palivového článku byl přiváděn dusík na anodickou a katodickou část. Termostatem byla regulována teplota tak, aby dosáhla pracovní teploty 160 °C. Následně byl do palivového článku přiveden vodík na anodickou část a vzduch na katodickou část. Po aktivování MEA dosáhlo napětí na palivovém článku hodnoty okolo 1 V. V tomto režimu "naprázdno" byl článek udržován po dobu 72 hodin. Poté došlo k výkonovému zatížení na proudovou hustotu 200 mA/cm<sup>2</sup> a na této hodnotě byl článek udržován po dobu 24 hodin. Test pokračoval změřením polarizační křivky a následným

spuštěním testovacího skriptu. Po stonásobném opakování zvoleného cyklu byl test ukončen změřením post-test polarizační křivky.

Pro účely testování byla použita komerční MEA od výrobců FuMA-Tech (SRN) a Danish Power Systems (Dánsko). Výsledkem testu je tedy porovnání těchto dvou výrobců. Membrána použitá v těchto sestavách je předmětem obchodního tajemství, jejím základem je však zcela jistě polybenzimidazol. Katalytickou vrstvu tvoří platina s uhlíkovým nosičem. Difúzní vrstvy jsou tvořeny uhlíkovým papírem, uhlíkovým prachem a teflonem. Membrána je dopována kyselinou fosforečnou, aby byla zajištěna její vysoká protonová vodivost [7, 8]. Kyselina fosforečná má tendenci unikat ze zařízení, a proto byla zjišťována počáteční hmotnost MEA.

Test byl vyhodnocen porovnáním polarizačních křivek před a po testu. Během testu byly pořízeny snímky plošné distribuce proudové hustoty, které poskytují představu o aktivní oblasti uvnitř palivového článku. Protože neexistuje standard pro akcelerované testy, byla jednou z motivací této práce možnost ustanovení standardizovaných postupů při zjišťování odolnosti MEA používaných ve vysokoteplotní variantě vodíkových palivových článků.

### Závěr

Výsledkem spolupráce výzkumného pracoviště se studenty učitelství jsou cenná data s vysokým publikačním potenciálem. Výsledky konkrétního testu popsaného v příspěvku budou zaslány do vhodného impaktovaného časopisu. Spolupráce je tedy přínosem pro obě strany. Pro studenty je výhodné zapojení do aktuálního výzkumu, pro výzkumné centrum je cenná podpora výzkumu lidskými zdroji z jiných pracovišť.

### Literatura

1. ZHANG, J. et al. *PEM Fuel Cell Testing and Diagnosis*, 1. vyd. New York Elsevier, 2013. ISBN 978-0-444-53688-4.
2. LI, Q. et al. *High Temperature Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells*, Springer International Publishing, 2016, ISBN 978-3-319-17081-7.
3. WU, J. et al. *A review of PEM fuel cell durability: Degradation mechanisms and mitigation strategies*. Journal of Power Sources, 184, 2008. 104–119.
4. ZHANG, S. et al. *A review of accelerated stress tests of MEA durability in PEM fuel cells*, International Journal of Hydrogen Energy, 34, 2009. 388–404.
5. JEON, Y. et al. *Accelerated Life-time Tests including Different Load Cycling Protocols for High Temperature Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells*. Electrochimica Acta, 148, 2014. 15–25.
6. BLOOM, I. et al. *A comparison of Fuel Cell Testing protocols - A case study: Protocols used by the U.S. Department of Energy, European Union, International Electrotechnical Commission/Fuel Cell Testing and Standardization Network, and Fuel Cell Technical Team*. Journal of Power Sources, 243, 2013. 451–457.
7. ZHANG, J. et al. *High temperature PEM fuel cells*. Journal of Power Sources, 160, 2006. 872–891.

8. CHANDAN, A. et al. *High temperature (HT) polymer electrolyte membrane fuel cells (PEMFC) – A review*. Journal of Power Sources, 231, 2013. 264–278.

### Kontaktní adresa

PhDr. Martin Tomáš, Ph.D.

Nové technologie – výzkumné centrum, Západočeská univerzita v Plzni

Univerzitní 8, 306 14 Plzeň

Telefon: +420 377 634 816

E-mail: [mtomas@ntc.zcu.cz](mailto:mtomas@ntc.zcu.cz)

### JE RVP MRTVÝ DOKUMENT?

Jan VÁLEK, Petr SLÁDEK

#### Abstrakt

Rámcový vzdělávací program je v současnosti pod stále větší palbou kritiky kvůli tomu, jakým způsobem je roztržena úroveň znalostí, vědomostí a dovedností žáků jednotlivých škol, ať už základních nebo středních. V současnosti je RVP aktualizován, ale většinou dochází ke zvýšení rozsahu očekávaných výstupů a učiva, ale k redukci jiného, již nepotřebného obsahu nedochází. Úpravy vazeb mezi jednotlivými obory, pokud jsou, tak jen minimální. Pomocí meta-výzkumu shrneme data, která RVP mohou postavit do jiného světla.

### IS A FEP DEAD DOCUMENT?

#### Abstract

The Framework Education Program is currently under increasing criticism of the way in which the level of knowledge, cognition and skills of pupils in each school, whether basic or secondary, is fragmented. At present, the FEP is updated, but the range of expected outcomes and curriculum is mostly increased, but there is no reduction of any unnecessary content. Adjustment of links between disciplines is only minimal. Using meta-research, we summarize the data that the FEP can put in another light.

#### Úvod

Obecné vzdělávání na základní škole vymezuje Rámcový vzdělávací program (dále RVP), který je závazným dokumentem pro učitelovu tvorbu Školního vzdělávacího programu (dále ŠVP). RVP by mělo zároveň žákům zajistit prostupnost mezi jednotlivými školami napříč celou Českou republikou a také má učitelé poskytnou určitý rámec, ve kterém bude svěřené žáky vzdělávat. Jakkoli si autoři od RVP slibovali odlišnost od starých *Vzdělávacích programů/Učebních osnov* a deklarovanou volnost pro školy a učitele, často se setkáváme s tím, že opak je pravdou. Tedy současné RVP jsou často ve velkém rozsahu podobné ne-li shodné se starými *programy/osnovami*. Vzhledem k tomu, že před rokem 1989 panovala v tehdejší Československu jiná politická situace a docházelo k centrálnímu řízení, pokud ne všeho a všech, tak téměř všeho a všech, byly také tehdejší učební plány dosti konzervativní. Po změně politických poměrů došlo k uvolnění pravidel a povinností a školy mohou do programů částečně zasahovat.

S úpravami na úrovni státem schválené dokumentace se současně také děje to, že se ve prospěch některých předmětů redukuje počty hodin věnované přírodovědným předmětům (22 hodin v RVP ZV z roku 2005 srov. s 21 hodinami již od RVP ZV z roku 2007 do 2016).

#### Kurikulární dokumenty a současná legislativa

Podle [1] § 4 odst. 2 zákon č. 561/2004 Sb. (ve znění účinném od 1. 1. 2017 do 31. 8. 2017) musí Rámcové vzdělávací programy odpovídat nejnovějším poznatkům:

a) vědních disciplín, jejichž základy a praktické využití má vzdělávání zprostředkovat,  
a

b) pedagogiky a psychologie o účinných metodách a organizačním uspořádání vzdělávání přiměřeně věku a rozvoji vzdělávaného.

Podle těchto hledisek budou rámcové vzdělávací programy také upravovány. Tvorbu a oponenturu rámcových vzdělávacích programů zajišťují příslušná ministerstva prostřednictvím odborníků vědy a praxe, včetně pedagogiky a psychologie.

Soudobé trendy základního ale i středního školství jsou formulovány v RVP pro základní vzdělávání a v RVP pro gymnázia. V nich je kladen důraz na klíčové kompetence a průřezová témata, což respektuje novou strategii vzdělávání.

Dále se tedy podíváme na vybrané kurikulární dokumenty, které předcházely RVP ZV a na RVP ZV samotné.

### Vzdělávání a kurikulární dokumenty

Budeme-li v dalších částech hovořit o kurikulárních dokumentech, budeme se zabývat vždy přírodovědnými předměty v základním vzdělávání.

#### Do roku 1989

Právě proto, že školní osnovy byly unifikované a bylo díky nim pro žáky možné procházet mezi jednotlivými školami napříč Československem, byly omezeny možnosti pedagogických inovací, pestrosti obsahu výuky, individualizovaného přístupu k žákům a také tvořivost pedagogů. To tedy konkrétně znamenalo, že školy nemohly nijak zasahovat do učiva nebo kurikulárních dokumentů, dále to že byly jednotné učebnice pro všechny a školy opět neměly možnost nové učebnice odmítnout. A mnoho dalších omezení se velmi výrazně podepisovalo na stavu tehdejšího školství. Žáci nabývali sice značného množství konkrétních poznatků a informací, ale nejednou měli problém se v tomto kvantu orientovat, pochopit je, vidět souvislosti a aplikovat nabyté znalosti do každodenní praxe. Na druhou stranu žáci tehdy v mezinárodním srovnání dosahovali excelentních výsledků. Hodnocení a klasifikace žáků byla také centrálně stanovená minimálně předpisem z roku 1985.

Další vývoj po roce 1989 směřoval ke vzniku vlastních hodnotících pravidel v rámci každé školy. [2], [3], [4]

To, zda bylo všechno správné či nikoliv, necháme na každém z Vás, vážení čtenáři.

#### Od roku 1990

Po roce 1989 opět získaly školy možnost stanovit a realizovat vlastní vzdělávací plány pro vzdělávání svých žáků. Mohly si tak přizpůsobit obsah vzdělávání vymezený základními pedagogickými dokumenty. S tím souvisí také zvýšené pravomoci ředitelů ve smyslu stanovení předmětů, kterým se bude škola věnovat se zvýšenou časovou dotací anebo úprava obsahů předmětů (změny učebního plánu v rozsahu 10 % celkové hodinové dotace, změny obsahu učebních osnov jednotlivých předmětů v rozsahu 30 % celkové hodinové dotace). Tento krok musel být také podpořený základní literaturou, tedy bylo v pravomoci škol, jaké učebnice a jiné materiály budou používat. [2]

Před zavedení **RVP ZV** v České republice platily pro základní školy **Vzdělávací programy** a to: *Základní škola; Obecná škola (1.–5. ročník); Občanská škola (6.–9. ročník)* a *Národní škola* z nich vycházely učební plány. [5]

Při pohledu na **Vzdělávací program Základní škola** podle materiálů z 30. 4. 1996 pod čj. 16847/96-2 s platností od 1. 9. 1996 bylo MŠMT navrženo více variant se zvýšenou dotací některých předmětů. Ve všech byla dotace pro přírodovědné předměty



minimálně 22 hodin (Fy: 6 hodin, Ch: 4 hodin, Př: 6 hodin a Ze: 6 hodin). A to bylo navrženo celkem pět variant s rozšířeným vyučováním: cizích jazyků; výtvarné výchovy; hudební výchovy; tělesné výchovy; informatiky a výpočetní techniky; matematiky a přírodovědných předmětů (zde bylo navrženo 26 hodin pro přírodovědné předměty, a to Fy: 8 hodin, Ch: 6 hodin, Př: 6 hodin a Ze: 6 hodin). [6]

Ve **Vzdělávacím programu Obecná škola** byla také hodinová dotace pro přírodovědné předměty v součtu 22 hodin za celý druhý stupeň, ovšem byly přidávány hodiny nad základní rámec (Fy: 5+1 hodin, Ch: 3+1 hodin, Př: 5+1 hodin a Ze: 5+1 hodin). [7]

**Vzdělávací program Národní škola** měl hodinovou dotaci pro přírodovědné předměty v součtu také přibližně 22 hodin za celý druhý stupeň. Zde byl problém ve výpočtu celkové hodinové dotace, neboť pro 6. a 7. ročník byly stanoveny 3+3 hodiny pro Zeměpis a Dějepis kumulativně a bylo na každé škole, jak se s tímto zápisem bude pracovat. [8]

Ačkoliv tedy jednotlivé **Vzdělávací programy** vykazují určité odlišnosti, základní žákovské znalosti na výstupu jsou srovnatelné. Zde je potřeba zmínit, že nebylo vždy explicitně uváděno, jaké jsou cíle jednotlivých předmětů nebo dokonce celkové základního vzdělávání, obsahy byly dány. **Vzdělávací programy** platily do školního roku 2006/2007, od následujícího školního roku již žáci nemohli vstoupit v 1. nebo v 6. ročníku do tohoto systému ale pouze již do **RVP ZV**. [4], [5]

**RVP** bylo předznamenáno již v roce 2001 v dokumentu **Národní program rozvoje vzdělávání v České republice** (tzv. *Bílá kniha*, programový dokument Vlády ČR). Schválení RVP proběhlo v roce 2004. Pilotáž vybraných částí *Školního vzdělávacího programu* probíhala od září 2004 na šestnácti ZŠ, kde bylo vyučováno podle RVP, potažmo jejich vlastního ŠVP. Tato fáze byla označována jako projekt **Pilot**. Projekt Pilot byl ukončen v červnu 2006. Vlastní výuka podle RVP ZV započala v září 2007, kdy se podle něj učili žáci 1. a 6. tříd. [4], [5], [9]

Jak již název sám napovídá, *Rámcové vzdělávací programy* jsou dokumenty určené ke stanovení společného rámce pro školy a učitele. Tato koncepce zdůrazňuje klíčové kompetence důležité pro běžný život člověka, jejich spojitost se vzdělávacím obsahem a uplatnění získaných vědomostí a dovedností v praktickém životě každého z nás. Dochází k odklonu od encyklopedického pojetí kurikulárních dokumentů. Sama tato koncepce přináší model celoživotního učení. Mimo jiné RVP také podporuje pedagogickou autonomii škol a odbornou odpovědnost učitelů za výsledky jejich vzdělávání. [3], [4], [5], [9]

Pokud se budeme detailněji zajímat o základní rozdíly mezi **Vzdělávacími programy** a **RVP ZV**, pak najdeme základní rozdíl minimálně v tom, že cílem *Vzdělávacích programů* bylo osvojení učiva žákem a následné zhodnocení, jak dobře to žák zvládl a zda je schopen jej reprodukovat. Naproti tomu cílem *RVP ZV* je výsledek vzdělávání, což znamená, zda vůbec žák ovládl dané učivo. Stát zde stanovuje základní penzum vědomostí, dovedností a návyků, kterých by měl žák během celého období povinné školní docházky obsáhnout a je lhotejno ve kterém ročníku. To je v přímém kontrastu se *Vzdělávacími programy*, kde byly stanoveny znalosti po jednotlivých ročnících. [2]

**RVP ZV** byl od začátku jeho platnosti do 20. 4. 2016 několikrát inovován [10]:

- 29. 8. 2005 (čj. 27002/2005-22) s účinností od 1. září 2005 (základní verze RVP ZV),
- 30. 4. 2007 (čj. 24653/2006-24) s účinností od 1. září 2007,

- 26. 6. 2007 (čj. 15523/2007-22-2) s účinností 1. září 2007–31. srpna 2010, (po tomto opravném opatření byl vydán nový RVP ZV),
- 16. 12. 2009 (čj. 2586/2010-22),
- 30. 7. 2010 (čj. 20092/2010-2),
- 20. 8. 2010 (čj. 20772/2010-2) (po tomto opravném opatření byl vydán nový RVP ZV),
- 18. 1. 2012 (čj. MSMT-1236/2012-22) s účinností od 1. září 2012,
- 29. 1. 2013 (čj. MSMT-2647/2013-210) s účinností od 1. září 2013 (po tomto opravném opatření byl vydán opět nový RVP ZV),
- 9. 7. 2013 (čj. MSMT-26522/2013) s účinností od 1. září 2013,
- 22. 2. 2016 (čj. MŠMT-28603/2016) s účinností od 1. března 2016.

### Kurikulární dokumenty a mezinárodní srovnávání

Jak jsme uvedli výše, RVP ZV začalo svoji platnost od září 2007, podíváme se nyní na vybrané mezinárodní srovnávací testy PISA a TIMSS z pohledu úspěšnosti žáků.

#### PISA (*Programme for International Student Assessment*)

Šetření je zaměřeno na matematickou, přírodovědnou a čtenářskou gramotnost patnáctiletých žáků v různých oblastech vzdělávání. Testování žáků probíhá po třech letech a začalo v roce 2000. ČR se ho zúčastnila ve všech jeho ročnících. Každý ročník je více zaměřen na jednu z výše uvedených gramotností. Dále budeme uvažovat, že stejně jako v roce 2015 i ostatní sběry probíhaly ve stejných měsících, a to březnu a dubnu daného roku. [11]

Jak vnímá školní přípravu PISA 2015 přírodovědnou gramotnost? Jako základní kámen si stanovuje žakovskou znalost základních teorií a principů vědy. Dále je v jejich testech zkoumána ta část přírodních věd, které mají zásadní význam pro člověka v jeho každodenních činnostech a situacích. Lze tedy odvodit, že takové znalosti představují úroveň poznatků z oborů přírodních věd, které by měli ovládat žáci po skončení deváté třídy základní školy. [11]

Žáci, kteří se v letech 2012 a 2015 zúčastnili šetření, absolvovali vzdělávání ve dvou různých vzdělávacích systémech, a to *Vzdělávací program* (na 1. stupni) a *RVP ZV* (na 2. stupni). Podotýkáme, že se jedná o žáky s rokem nástupu povinné školní docházky 2003/2004 pro šetření v roce 2012 a s rokem nástupu 2006/2007 pro šetření v roce 2015.

Tato nesourodost mohla zapříčinit propad z 508 bodů (r. 2012) na 493 bodů (r. 2015). Podrobnější výsledků za další roky jsou uvedeny v tabulce (Tab. 1).

Tab. 1: Průměrné počty bodů v Mezinárodních šetřeních PISA z období 2000–2015 (zdroj dat: jednotlivé Národní zprávy o výsledcích žáků)

	2000	2003	2006	2009	2012	2015
<b>Čtenářská gramotnost</b>	492	489	483	478	493	487
<b>Matematická gramotnost</b>	498	516	510	493	499	492
<b>Přírodovědná gramotnost</b>	512	523	513	500	508	493

### TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*)

Šetřením se zjišťuje úroveň vědomostí a dovedností žáků v matematice a v přírodních vědách. Zaměřuje se přitom na devítileté a třináctileté žáky (žáci 4. a 8. ročníků ZŠ), v ČR se v roce 2015 zúčastnili pouze žáci 4. ročníků. První šetření proběhlo v roce 1995, další šetření se opakují po čtyřech letech. ČR se zúčastnila téměř všech sběrů dat vyjma roku 2003. Uvažujeme, že stejně jako v roce 2015 i předešlé sběry probíhaly ve stejných měsících, a to *na jaře* daného roku. [12]

Žáci 4. ročníků, kteří se v letech 2011 a 2015 zúčastnili šetření, absolvovali vzdělávání již pouze v jednom vzdělávacím systému, a to *RVP ZV*. Žáci zaznamenali v přírodních vědách meziročníkový propad z průměrných 536 bodů (r. 2011) na 534 bodů (r. 2015). Podrobnější výsledků za další roky jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2).

Tab. 2: Průměrné počty bodů v Mezinárodních šetřeních TIMSS z období 1995–2015 (zdroj dat: jednotlivé Národní zprávy o výsledcích žáků)

		1995	1999	2003	2007	2011	2015
4. ročník ZŠ	Matematická gramotnost	541	–	–	486	511	528
	Přírodovědná gramotnost	532	–	–	515	536	534
8. ročník ZŠ	Matematická gramotnost	546	520	–	504	–	–
	Přírodovědná gramotnost	555	539	–	539	–	–

Pozn.: V roce 2003 se ČR šetření TIMSS nezúčastnila. V dalších letech, ve kterých není uvedena hodnota, se daný ročník ZŠ nešetřil.

Chtěli jsme tímto poukázat na možnost, že RVP je sice kritizovaný, ale pokud budeme porovnávat výsledky s jeho předchůdcem, pak se z posledních dvou šetření zdá, že žáci získávají v TIMSS více bodů, v PISA méně. Mohlo by při dalším šetření v letech 2018 (PISA) a 2019 (TIMSS) dojít k nárůstu získaných bodů? Není opravdu RVP ZV tím správným směrem vzdělávání? Nebo je z tohoto pohledu špatné/mrtvé?

### Závěr

Jak jsme se pokusili naznačit v příspěvku, RVP ZV je dokument, který je aktualizován jak podle současných, a hlavně budoucích potřeb společnosti, nových zkušeností učitelů i podle předpokládaných potřeb žáků.

RVP ZV a zejména jeho náplň přírodovědných předmětů by měla odpovídat soudobému vnímání světa současných mladých lidí. Může však zásadním způsobem změnit jejich současný negativní postoj k přírodním vědám? Dokument jako takový asi nikoliv, je potřeba aktivně zapojit učitele. Zde můžeme narazit na problém přirozené obnovy učitelů fyziky [13], [14] a také dalším faktorem by mohlo být, že RVP ZV potažmo ŠVP často vytvářeli sice zkušení pedagogové, ovšem pamatující tvorbu *Vzdělávací programů* před RVP ZV a hrozí zde, že se propisují stejné myšlenky do nových dokumentů. Jak jsme také ukázali, dochází k redukci časové dotace přírodovědných

předmětů v RVP ZV což, není v současném stavu krok správným směrem, uvážíme-li absenci technických odborníků v praxi.

S tím souvisí i příprava budoucích učitelů přírodovědných předmětů. V roce 2016 jsme na našem pracovišti prošli akreditačním procesem nových Bc. i NMgr. programů, kde došlo k významné redukci odborných předmětů v základním kurzu fyziky a některé předměty bylo nutno přesunout z Bc. do NMgr. programu. Tyto změny se dělaly ve prospěch tzv. Společného základu, ovšem nejsme si zcela jisti, zda v této dodatečné hodinové dotaci dojde k prohlubování takových pedagogických disciplín, potřebných pro zvýšení atraktivity vzdělávacího procesu, přednostně přírodních věd.

Domníváme se, že obsah nejen fyzikálního vzdělávání na ZŠ, SŠ, ale i VŠ by měli spíše vytvářet odborníci, fyzikové, kteří znají současný stav vědy a vývoj poznání než pedagogové. Skladbu a metodické zpracování by pak měly vytvářet VŠ připravující učitele fyziky spolu s učiteli z praxe. Stále by se ale nemělo zapomínat na to, co je cílem základního vzdělávání, a to připravit žáky na běžný život, aby v něm nebyli ztraceni a aby byli uplatnitelní na trhu práce a v dalším vzdělávání. To by mělo zajistit prospívající život RVP.

Nelze se ubránit myšlence, že RVP je probíhajícím experimentem na školní mládeži s velkou setrvačností.

Rozhodnutí, zda je RVP mrtvé necháme na každém z Vás, vážení čtenáři...

### Literatura

1. Zákon č. 561/2004 Sb. o předškolním, základním středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon).
2. MŠMT. *Zpráva o vývoji českého školství od listopadu 1989: (v oblasti regionálního školství)*. Praha, 2009, 33 s.
3. WALTEROVÁ, E. *Kurikulum: Proměny a trendy v mezinárodní perspektivě*. Brno: Masarykova univerzita, 1994, 185 s. ISBN 80-210-0846-6.
4. TUPÝ, J. *Tvorba kurikulárních dokumentů v České republice: historicko-analytický pohled na přípravu kurikulárních dokumentů pro základní vzdělávání v letech 1989–2013*. Brno: Masarykova univerzita, 2014, 165 s. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-80-210-6740-0.
5. ŠIMONÍK, O. *Úvod do didaktiky základní školy*. Brno: MSD, 2005, 140 s. ISBN 80-866-3333-0.
6. Vzdělávací program Základní škola, 1996.
7. Vzdělávací program Obecná škola, 2006.
8. Vzdělávací program Národní škola, 1997.
9. FILOVÁ, H., SVOBODOVÁ, J. ed. *Výběr z reformních i současných edukačních koncepcí: (Zdroje inspirace pro učitele)*. Brno: MSD, 2007, 220 s. ISBN 978-80-86633-93-0.
10. Přehled úprav RVP ZV od roku 2004 do současnosti. NÁRODNÍ ÚSTAV PRO VZDĚLÁVÁNÍ. *NÚV – Národní ústav pro vzdělávání* [online]. Praha, 2017 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <<http://www.nuv.cz/t/prehled-uprav-rvp-zv-1>>
11. BLAŽEK, R., PŘÍHODOVÁ, S. *Mezinárodní šetření PISA 2015: Národní zpráva: Přírodovědná gramotnost*. Praha: ČŠI, 2016, 52 s. ISBN 978-80-88087-08-3.
12. TOMÁŠEK, V., BASL, J., JANOUŠKOVÁ, S. *Mezinárodní šetření TIMSS 2015: národní zpráva*. Praha: ČŠI, 2016, 57 s. ISBN 978-80-88087-07-6.

13. SLÁDEK, P., VÁLEK, J. Létající fyzikáři, In M. Randa *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 7*. Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni, 2016. s. 204–212, 9 s. ISBN 978-80-261-0531-2.
14. SLÁDEK, P., VÁLEK, J. (Ne)kvalifikovanost učitelů – létající učitelé. In H. Cídllová *XXIV. Mezinárodní konference o výuce chemie DIDAKTIKA CHEMIE A JEJÍ KONTEXTY*. Sborník příspěvků z konference 20.–21. 5. 2015. Brno: Masarykova univerzita, 2015. s. 187–192. ISBN 978-80-210-7996-0. doi:10.5817/CZ.MUNI.P210-7996-2015.

### Kontaktní adresa

PhDr. Jan Válek, Ph.D.  
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání  
Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity  
Poříčí 7, 603 00 Brno  
Telefon: +420 549 498 327  
E-mail: valem@ped.muni.cz

doc. RNDr. Petr Sládek, CSc.  
Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání  
Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity  
Poříčí 7, 603 00 Brno  
Telefon: +420 549 496 841  
E-mail: sladek@ped.muni.cz

### IMPLEMENTACE BADATELSKÝCH ÚLOH DO VÝUKY FYZIKY A POUŽITÍ LIDSKÉHO TĚLA JAKO OBJEKTU MĚŘENÍ FYZIKÁLNÍCH VELIČIN

Iva VLKOVÁ

#### Abstrakt

Příspěvek přináší výsledky kvantitativního výzkumu v oblasti implementace badatelských úloh do výuky fyziky a hodnocení míry jejich efektivity pro výuku. Badatelské úlohy jsou sestaveny pro měření fyzikálních veličin, které je možno realizovat na lidském těle pomocí ICT zařízení a příslušných čidel. Odkrývá pozitiva a negativa badatelských úloh a počítačem podporovaných experimentů ve výuce fyziky na středních školách a význam interdisciplinárních vztahů fyziky a biologie – měření fyzikálních veličin na vlastním těle žáků – jako motivačního faktoru výuky.

#### THE IMPLEMENTATION OF INQUIRY-BASED TASKS IN THE INSTRUCTION OF PHYSICS AND THE USE OF HUMAN BODY AS AN OBJECT OF MEASURING PHYSICAL QUANTITIES

#### Abstract

This article presents the results of quantity research in the field of implementation of inquiry-based tasks in the instruction of physics, and the assessment of the degree of their effectiveness in the instruction. The inquiry-based tasks have been designed for measuring physical quantities, which can be performed on a human body by means of ICT equipment and relevant sensors. This article further presents the advantages and disadvantages of inquiry-based tasks and computer-aided experiments in the instruction of physics at secondary schools as well as the significance of interdisciplinary relations between physics and biology in the process of measuring physical quantities on students' own bodies as a motivating factor in the instruction.

#### Úvod do problematiky efektivity badatelských úloh a interdisciplinárních vztahů ve výuce na SŠ

Konec 20. a začátek 21. století přinesl masivní rozvoj informačně-komunikačních technologií spolu s informační explozí v mnoha vědních oborech a disciplínách. S novými trendy ve světě vědy a techniky a ve vzdělávání („Vzdělávání je definováno jako proces formování individuální identity, stát se společenským a získat ekonomickou efektivnost. Je to také proces výstavby rovnováhu mezi interakcí člověka a životního prostředí, která má mnoho aspektů (Aydn&Sütçü, 1999) (1).“ – volný překlad) se muselo vyrovnat i české školství. Jeho první reakcí na měnící se podmínky okolního světa byla podpora nových přístupů ve vyučování a rozvoj interdisciplinárních vztahů ve výuce a nových metod jako jsou badatelsky orientovaná výuka („Učení objevováním představuje badatelskou výuku, ve kterém studenti mají možnost odpovídat na otázky, řešit problémy nebo vysvětlit svá pozorování, a pak pracovat ve své režii způsobem, aby dokončili přidělené úkoly a vyvodili patřičné závěry z výsledků, "objevování" je požadovanou skutkovou a koncepční znalostí v tomto procesu.“ (Prince, a další, 2006) –

volný překlad), počítačem podporovaná výuka, skupinové vyučování (Skalková je definuje takto: „*skupinovým vyučováním chápeme takovou organizační formu, kdy se vytvářejí malé skupiny žáků (3-5 členné), které spolupracují při řešení společného úkolu.*“ (2 str. 46)) nebo projektové vyučování („*Projektové vyučování začíná přiřazením k provedení jednoho nebo více úkolů, které vedou k výrobě finálního výrobku - designu, modelu, zařízení nebo počítačové simulace. Vyvrcholení projektu se obvykle skládá z písemné nebo ústní zprávy shrnující postup použitý k výrobě produktu a vlastní prezentace výsledků.*“ (3) – volný překlad).

Výzkumy, jejichž centrem zájmu je implementace ICT do výuky (viz Švecová a Martinek (2016), Švecová et al. (2015), So a Kim nebo Hew a Brush), zavádění nových aktivizujících metod nebo uplatnění netradičních forem výuky (viz Prince a Felder, Kubiátko a Vaculová), vycházejí z faktu, že tyto jsou pro žáky vysoce motivační silou.

V příspěvku se zabýváme závěry kvantitativního pedagogického výzkumu, jehož cílem bylo zjistit, zda badatelské úlohy s využitím ICT prostředků jsou pro žáky efektivní, tj. slouží-li k lepšímu a trvalejšímu osvojení dovedností, vědomostí a návyků předloženého učiva. Dále zjišťujeme efektivitu vzájemného propojení dvou přírodovědných předmětů fyziky a biologie ve výuce fyziky na středních školách. Jako organizační forma výuky byla zvolena skupinová práce s vyučovací metodou projektové vyučování. Zvolená organizační forma výuky i použitá vyučovací metoda jsou efektivní a umožňují se podílet na rozvoji osobnosti člověka jako celku.

### **Rozbor a charakteristika výzkumu pro stanovení efektivity badatelských úloh a interdisciplinárních vztahů**

Kvantitativní část pedagogického výzkumu, kterou zde popisujeme, byla zaměřena na zjištění, příp. ověření efektivity badatelských úloh a interdisciplinárních vztahů u žáků středních škol. Coffey k problematice interdisciplinárních vztahů ve výuce uvádí – volný překlad: „*Interdisciplinární výuka se liší od klasické výuky v tom, že nemusí nutně vybojovávat prostor pro jednotlivé tematické oblasti, místo toho spojuje obsahy vědomě a identifikuje vzájemné vztahy mezi těmito předměty.*“ (5). Na začátku výzkumné práce, po formulaci výzkumného problému: „*Mohou badatelské úlohy s využitím ICT prostředků ve výuce ovlivnit upevňování a osvojování vybraných fyzikálních pojmů u žáků?*“, byl vybrán měřicí systém (EdLab) a zvolena příslušná čidla. Základním požadavkem na čidla byla možnost měření fyzikálních veličin na lidském těle – měření síly, tlaku a teploty.

Předvýzkum proběhl v období březen 2013 až květen 2015 na středních školách Severomoravského kraje České republiky a zúčastnilo se ho 130 žáků. Byl zaměřen na ověření kvality vytvořených testů a realizaci badatelských úloh v praxi. Výzkum proběhl na středních školách Moravskoslezského kraje v období od května 2015 do února 2016. Zúčastnilo se ho 118 žáků. Vzájemně byly srovnávány vždy dvě třídy jednoho ročníku – dvě třídy gymnázia po 30 žácích (celkem 60 žáků) ve věku 17–18 let a dvě třídy střední průmyslové školy po 28 a 30 žácích (celkem 58 žáků) ve věku 15–16 let. Jedna třída sloužila jako experimentální a druhá jako kontrolní skupina. Experimentální skupina řešila badatelské úlohy během projektového vyučování, kontrolní skupina měla klasická laboratorní cvičení s připraveným protokolem na dané fyzikální veličiny. Žáky pro výzkum poskytli pedagogové s praxí delší než dvanáct let s aprobací fyzika.

Následovala formulace hypotéz pro jednotlivé fyzikální veličiny – tlak, sílu a teplotu: „*H<sub>1</sub>: Badatelské úlohy aplikované na lidské tělo slouží ke kvalitnějšímu a trvalejšímu osvojení a upevnění fyzikálního pojmu tlak/síla/teplota u žáků.*“ a „*H<sub>2</sub>: Počítačem*

podporované experimenty aplikované na lidské tělo mohou žákům pomoci k trvalejšímu a důkladnějšímu osvojení a upevnění vybraného fyzikálního pojmu tlak/síla/teplota.“

K ověření formulovaného výzkumného problému a hypotéz výzkumu, bylo vytvořeno celkem šest úloh dvojího druhu – experimentální badatelské úlohy a klasické laboratorní úlohy pro zavedení pojmu síla, teplota a tlak měřením na lidském těle. Melezinek ke klasickým laboratorním úlohám píše: „*I když při zmíněných laboratorních cvičeních panuje většinou mezi žáky čilý ruch, jsou vyučovací cíle omezeny na prohloubení teoreticky probrané látky a na osvojení určitých dovedností. Lze sice hovořit o vlastní aktivitě, ale ne o vlastní iniciativě. Průběh takových laboratorních cvičení vede studenty často k rutině.*“ (6 str. 158), v publikaci Didaktika technických předmětů pak najdeme tento popis: „*Jsou to laboratorní cvičení, při jejichž konání se studenti seznamují se základními druhy příslušného typu měření. Sledují cíl – seznámit studenty s myšlenkovými i motorickými operacemi, na základě nichž mohou pochopit a zvládnout úlohy a osvojit si účinné a racionální metody řešení problému.*“ (7 str. 124). Efektivitu zde chápeme jako úroveň trvalosti a kvality osvojených a upevněných poznatků získaných v průběhu edukačního procesu žáků. Starý a Chvál (2009) pak efektivitu ve svém článku vymezují takto: „*Slovo efektivita má v základu efekt, sémanticky tím odkazuje jednak na nějaké účinky, výsledky, následky či důsledky, jednak na jejich zdroj, původ, příčiny. Efektivita je tedy obecně vyjádřením určitého vztahu. Často vztahu mezi nějakým výsledkem a tím, co tento výsledek způsobilo, zapříčinilo, popřípadě ovlivnilo. Ve výuce se zpravidla jedná o nějaké (relativní) konečné výsledky nebo výstupy jako například znalosti žáka na konci školního roku, počty přijatých žáků na vysokou školu.*“

(8) Pro její ověření byly sestaveny badatelské úlohy (Jiří Dostál definuje badatelsky orientovanou výuku ve svém článku: „*Badatelsky orientovaná výuka je činnost učitele a žáka zaměřená na rozvoj znalostí, dovedností a postojů na základě aktivního a relativně samostatného poznávání skutečnosti žákem, kterou se sám učí objevovat a objevuje.*“ (9)) z fyziky s využitím ICT technologií. K získání dat potřebných pro statistické účely hodnocení efektivit badatelských úloh s využitím ICT technologií byly sestaveny testy pro sílu, teplotu a tlak, které byly použity jako vstupní, průběžné a výstupní. Vstupní testy sloužily pro odhalení výchozích vědomostí žáků, průběžné ke zjištění míry přírůstku vědomostí po absolvování měření a výstupní, které byly použity s dvouměsíčním odstupem, měly ověřit míru přírůstku vědomostí u žáků. U testových položek byla zjišťována obtížnost a citlivost, u testu jako celku byla hodnocena jeho spolehlivost (reliabilita). U testů byly dále vyhodnocovány nejlépe a nejhůře zodpovězené položky a statisticky byly zpracovávány a hodnoceny pro svou přiměřenost, efektivitu a obtížnost.

K ověření platnosti formulovaných hypotéz bylo u výsledků testů nejprve zjišťováno, zda mají normální rozdělení, tj. zda kopírují Gaussovu křivku. Pokud testy měly normální rozdělení, byl použit dvoufaktorový T-test. V opačném případě pro posouzení platnosti formulovaných hypotéz byl použit Mann-Whitneyho test.

### Výsledky výzkumu na středních školách Moravskoslezského kraje

Cílem výzkumu bylo vyhodnocení efektivit souborů badatelských a klasických úloh s využitím ICT prostředků ve výuce fyziky na středních školách. Do hlavního výzkumu bylo zapojeno 118 žáků a proběhl na středních školách Moravskoslezského kraje.

Stanovený cíl a dílčí cíle byly naplněny. Při kvantitativním hodnocení testů pro tlak, teplotu a sílu jednoznačně platí, že nejlépe byly zodpovězeny testy průběžné, neboť odrážejí získané znalosti žáků v době testování, o málo hůře dopadly testy výstupní a nejhůřších výsledků dosáhly testy vstupní. Sestavené testy pro ověření míry osvojených



a upevněných fyzikálních pojmů žáky byly testovány pro citlivost, spolehlivost a obtížnost a na základě použitých statistických metod (dvoufaktorový T-test a Mann-Whitneyho test) bylo rozhodnuto o platnosti formulovaných hypotéz, viz tab. 1: Výběr statistické metody a přijatá hypotéza.

Fyz. veličina	Experimentální a kontrolní skupina – výstupní testy			
	Střední průmyslová škola		Gymnázium	
	Druh statistického testu	Platnost hypotézy	Druh statistického testu	Platnost hypotézy
Tlak	Mann – Whitney	$H_1$ a $H_2$	T-test	$H_1$ a $H_2$
Teplota	T-test	$H_1$ a $H_2$	T-test	$H_1$ a $H_2$
Síla	T-test	$H_1$ a $H_2$	T-test	$H_1$ a $H_2$

Tab. 1: Výběr statistické metody a přijatá hypotéza

Na základě výsledků testů a platnosti hypotéz byla následně zhodnocena efektivita souborů klasických a badatelských úloh s implementací ICT a uplatněním interdisciplinárních vztahů fyziky a biologie ve výuce na středních školách.

Výsledky výzkumu jsou následující. Na formulovaný hlavní výzkumný problém: „Mohou badatelské úlohy s využitím ICT prostředků ve výuce ovlivnit upevnování a osvojování vybraných fyzikálních pojmů u žáků?“ uvádíme, že badatelské úlohy s implementací ICT prostředků a uplatněním interdisciplinárních vztahů ve výuce pozitivně ovlivní upevnování a osvojování vybraných fyzikálních pojmů (tlak, teplota a síla) u žáků středních škol. Tento závěr plyne z převahy přijatých hypotéz  $H_1$  (Badatelsky orientované úlohy aplikované na lidské tělo slouží ke kvalitnějšímu a trvalejšímu osvojení a upevnění fyzikálních pojmů u žáků.) a  $H_2$  (Počítačem podporované experimenty aplikované na lidské tělo mohou žákům pomoci k trvalejšímu a důkladnějšímu osvojení a upevnění vybraných fyzikálních pojmů.). Z výzkumu vyplývá, že použité interdisciplinární vztahy (tj. vzájemné propojení fyziky a biologie pomocí měření fyzikálních veličin na lidském těle) přispívají ke zvýšení efektivity badatelských úloh. Z výsledků dále plyne a lze mít za to, že použité ICT mají pozitivní vliv při upevnování a osvojování vybraných fyzikálních pojmů. Lidské tělo má pak jednoznačně kladný vliv při osvojování a upevnování vybraných fyzikálních pojmů. Badatelské úlohy přispěly ke zvýšení míry osvojení a upevnění vybraných fyzikálních pojmů u žáků středních škol.

### Závěr

Závěry výše popsaného pedagogického výzkumu ukazují, že badatelské úlohy s implementací ICT prostředků a měření fyzikálních veličin na lidském těle jsou pro žáky středních škol mnohem efektivnější než klasická laboratorní cvičení. S jejich pomocí je učivo důkladněji osvojeno a upevněno. Je proto možné učitelům doporučit zařazovat do výuky badatelsky orientované úlohy s implementací ICT prostředků a interdisciplinárních vztahů. Pozitivem je také nezávislost měření na laboratorních a jejich vybavení, takže může probíhat v rámci běžné výuky ve třídě. Didaktickou techniku, která je pro výuku zapotřebí, si učitel jednoduše donese, neboť se nejčastěji jedná o pár notebooků či tabletů s příslušným programem a konkrétní čidla.

### Literatura

1. CINGI, C.C. Computer aided education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 103 (2013) 220–229. [Online] 2013. [Citace: 6. leden 2017.] [http://ac.els-cdn.com/S1877042813037749/1-s2.0-S1877042813037749-main.pdf?\\_tid=4694f134-d406-11e6-aa90-00000aab0f01&acdnat=1483703590\\_e9e9294f8a6fcc8162adfl26d931cbf4](http://ac.els-cdn.com/S1877042813037749/1-s2.0-S1877042813037749-main.pdf?_tid=4694f134-d406-11e6-aa90-00000aab0f01&acdnat=1483703590_e9e9294f8a6fcc8162adfl26d931cbf4).
2. SKALKOVÁ, J. *Za novou kvalitou vyučování (inovace v soudobé pedagogické teorii i praxi)*. Brno : Paido, 1995. s. 89. ISBN 80-85931-11-7.
3. PRINCE, M. a FELDER, R., 2006. *Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases*. *Journal of Engineering Education* 95.2. s. 123–138. ISSN 2336-744X.
4. COFFEY, H. Interdisciplinary teaching. <http://www.learnnc.org/lp/pages/5196>. [Online] 2003. [Citace: 6. 10. 2016.] <http://www.learnnc.org/lp/pages/5196>.
5. MELEZINEK, A. *Inženýrská pedagogika*. [překl.] DOBROVSKÁ, B., VACEK, D., COUFALOVÁ, J. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1994. s. 179. ISBN 80-01-01214-X.
6. KROPÁČ, J. a další. *Didaktika technických předmětů – vybrané kapitoly*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2004. s. 223. ISBN 80-244-0848-1.
7. STARÝ, K., CHVÁL, M. Kvalita a efektivita výuky: metodologické přístupy. [www.ped.muni.cz](http://www.ped.muni.cz). [Online] 2009. [Citace: 6. leden 2017.] <http://www.ped.muni.cz/weduresearch/publikace/pvtp13.pdf#page=64>. ISBN 978-80-7315-180-5.
8. DOSTÁL, J. *Experiment jako součást badatelsky orientované výuky*. místo neznámé : Trends in Education., 2013. s. 9–19. ISSN 1805-8949.
9. ŠVECOVÁ, L., MARTINEK, J. Computer Assisted Measuring Systems in the Teaching of Physics and Biology. *ERIE2016*. [Online] 2016. <http://erie.pef.czu.cz/Documents/ERIE2016.pdf>. ISBN 978-80-213-2646-0 / ISSN 2336-744X.
10. ŠVECOVÁ, L. a další. *Tablets in Classroom*. IEEE Catalog number: CFP1538M-PRT, 2015. IEEE 13th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA). s. 363–368. ISBN 978-1-4673-8534-3.
11. HEW, K. F. a BRUSH, T. Integrating technology into K-12 teaching and learning: current knowledge gaps and recommendations for future research. *Springer Link*. [Online] 2007. s. 223–252. <http://link.springer.com/article/10.1007/s11423-006-9022-5>.
12. *Learning about problem based learning: Student teachers integrating technology, pedagogy and content knowledge*. So, H.-J. a Kim, B. 2009. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(1). s. 101–116. ISSN 1449-5554.
13. KUBIATKO, M., VACULOVÁ, I. Project-based learning: characteristic and the experiences with application in the science subject. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies 2011 Volume (issue) 3(1)*: 65–74. [Online] 2011. [http://www.kubiatko.eu/clanky\\_pdf/project\\_based\\_learning\\_characteristic\\_and\\_the\\_experiences\\_with\\_application\\_in\\_the\\_science\\_subjects.pdf](http://www.kubiatko.eu/clanky_pdf/project_based_learning_characteristic_and_the_experiences_with_application_in_the_science_subjects.pdf).

### Kontaktní adresa

Mgr. Iva Vlková, Ph.D.  
Katedra společenských věd, VŠB – TU Ostrava  
Oddělení Inženýrské pedagogiky  
17.listopadu 15/2172  
708 33 Ostrava – Poruba  
Telefon: +420 597 325 503  
E-mail: iva.vlkova@vsb.cz

### POROVNÁNÍ TEPELNÉ EMISE ŽÁROVKY, ZÁŘIVKY A SVĚTLO EMITUJÍCÍ DIODY

Vladimír VOCHOZKA, Jiří TESAŘ, Veronika BURDOVÁ, Vít BEDNÁŘ

#### Abstrakt

Světelný zdroj je zdroj elektromagnetického záření v rozsahu vlnových délek  $\lambda$  přibližně 400–700 nm, to je záření, které můžeme pozorovat lidským okem jako viditelné světlo. Na základě podstaty vzniku světla lze světelné zdroje dělit do tří kategorií: *teplotní záření* (žárovka), *záření elektrického výboje v plynech a parách kovů* (zářivka, výbojka) a *luminescence* (světlo emitující dioda – LED). Každá kategorie má své specifika a s jejími zástupci se můžeme setkat v běžném životě. Netradiční pohled nám zprostředkovává **termokamera**, pomocí které pozorujeme záření v infračervené oblasti – *teplnou emisi těchto zdrojů*.

### COMPARISON THERMAL EMISSION OF LIGHT BULB, FLUORESCENT LAMP AND LIGHT EMITTING DIODE

#### Abstract

The light source is a source of electromagnetic radiation in the wavelength range  $\lambda$  of approximately 400-700 nm. This is the radiation, which we can see as the visible light by the human eye. We can divide light sources into three categories: *thermal radiation* (bulb), *electric discharge in gases and metal vapors* (fluorescent lamp) and *luminescence* (LED – Light Emitting Diode). Each category has its own specifics and we can meet representative's in our everyday life. A **thermal camera** provides an unconventional view. We can observe the radiation in the infrared region - *the thermal emission of these sources*.

#### Termografie

**Infračervená termografie** se zabývá analýzou rozložení teplotního pole povrchu tělesa bezkontaktním měřením. Princip využívající zachycení energie vyzařované povrchem zkoumaného objektu v *infračerveném spektru elektromagnetického záření* a současně jejího převedení na elektrický signál. Získaný signál je dále převeden analogově digitálním převodníkem na signál v binárním kódu.

Vzniklý datový proud je pomocí mikroprocesoru vhodně upravován a dále transformován do některého grafického formátu používaného pro záznam obrazových dat. Výsledným zachyceným obrazem teplotního pole je **termogram** (infračervený snímek).

#### Termogram

**Radiometrický termogram** v sobě obsahuje informace o povrchové teplotě objektu. Současně také povrchové vlastnosti ovlivňující schopnost vyzařování infračerveného záření (emisivita  $\varepsilon$ ), zdánlivou odraženou teplotu, vzdálenost od měřeného objektu a údaje o okolní atmosféře. Jde o snímek, který se skládá z jednotlivých pixelů. Informuje

o povrchovém rozložení zdánlivé teploty na povrchu měřeného objektu či měřených objektů.

### Metodika měření

Pro možnost srovnání tepelné emise světelných zdrojů je třeba zařídit stejné výchozí podmínky. Do zatemněné místnosti, bez tepelných zdrojů, jsou umístěna stejná bodová osvětlení (3× stolní lampička) připevněná k dřevotřískové desce (obr. 1). Aby došlo k oddělení jednotlivých zdrojů světla a zároveň možnosti indikace vyzářené tepelné energie do okolí – povrchu stínítka, je použito bodové osvětlení i se stínítkem.



Obr. 1: Bodové osvětlení Kvart připevněné k dřevotřískové desce.

Vnější část lampiček má lesklou černou barvou. Vnitřní strany stínítek jsou od výrobce upraveny bílou lesklou barvou. Pro eliminaci odrazů a zajištění větší emisivity povrchů jsou vnitřní i vnější povrchy opatřeny nástřikem černého matného akrylového laku LabIR HERP-LT-MWIR-BK-11 o známé emisivitě  $\varepsilon = 0,95$ .

Umístění patice a stínítka na ohebném kloubu, původně určeného pro směřování vycházejícího světla, zamezuje přímému kontaktu (přenosu tepla vedením) mezi jednotlivými stínítky a také například umožňuje pozorovat rozdílné prohřívání objemu žárovky při jejím vertikálním nebo horizontálním natočení.

### Materiál

K pozorování tepelné emise byly použity následující světelné zdroje: žárovka **Teslamp** 40W E14 240V, žárovka **Philips** Economy Twister 8W WW E14, **LED Ledon** B35 6W M 927 E14. Na aktuálním trhu (15. 4. 2017) nebylo možné sehnat světelné zdroje založené na různém principu vzniku světelného záření o stejném **měrném světelném výkonu**  $K$  nebo **příkonu**  $P$ . Pro možnosti porovnání byl tedy vybrán totožný **světelný tok**  $\Phi$  (400 lm).

K ověření výrobcem stanovených parametrů zdrojů světla, možnosti analýzy elektromagnetického spektra a rozložení povrchové teploty, byla využita měřidla: termokamera **FLIR E6**, wattmetr **Vernier WattsUp Pro** International Model WU-PRO-I, spektrometr **KvantSPECTRA**. Termokamera měří v rozsahu teplot od  $-20\text{ °C}$  do  $250\text{ °C}$  s teplotní citlivostí přibližně  $0,06\text{ °C}$ .

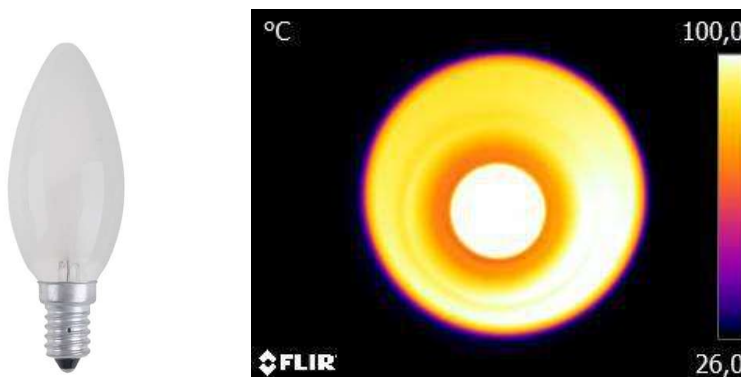
K analýze, povrchovým úpravám a interpretaci naměřených dat byly použity následující pomůcky a software: 3× bodové osvětlení **IKEA Kvart**, dřevotřísková deska, software **FLIR Tools**, software **Vernier Logger Lite 1.9**, software **Kvant Spectrometer** a černý akrylový lak **LabIR HERP-LT-MWIR-BK-11**.

### Tepelná emise vybraných světelných zdrojů

#### Žárovka Tes-lamp 40W E14 240V

Žárovka (obr. 2a) je technologicky nejstarší světelný zdroj (oficiálně již primárně tepelný zdroj) o tabulkovém příkonu  $P = 40 \text{ W}$ , světelném toku  $\Phi = 400 \text{ lm}$ , teplotě chromatičnosti  $2700 \text{ K}$  a vypočteném měrném světelném výkonu  $K = 10 \text{ lm/W}$ .

Při pohledu termovizní kamerou (obr. 2b) ze shora, tedy na špičku baňky můžeme pozorovat výraznou změny teploty oproti okolí.

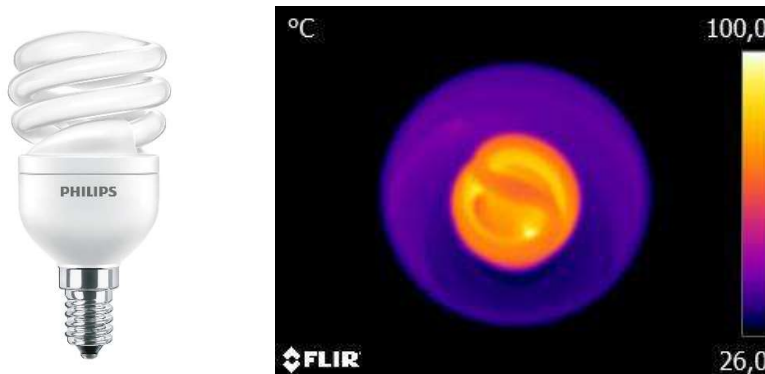


Obr. 2: a) Žárovka Tes-lamp. b) Termogram rozložení teploty žárovky Tes-lamp po 10 minutách od rozsvícení.

#### Zářivka Philips Economy Twister 8W E14

Současně nejpoužívanější domácí světelný zdroj je *zářivka* (obr. 3a). Model od firmy Philips disponuje stejným světelným tokem a teplotou chromatičnosti jako žárovka. Výrobce udává příkon je nižší  $P = 8 \text{ W}$  a v této souvislosti vypočtený měrný světelný výkon je vyšší  $K = 50 \text{ lm/W}$ .

Po stejné době rozsvícení můžeme v termogramu (obr. 3b) pozorovat, že kroucená spirála zářivky dosahuje na povrchu teploty  $83 \text{ °C}$ . Stínítko v okolí zářivky má teplotu  $32 \text{ °C}$ .

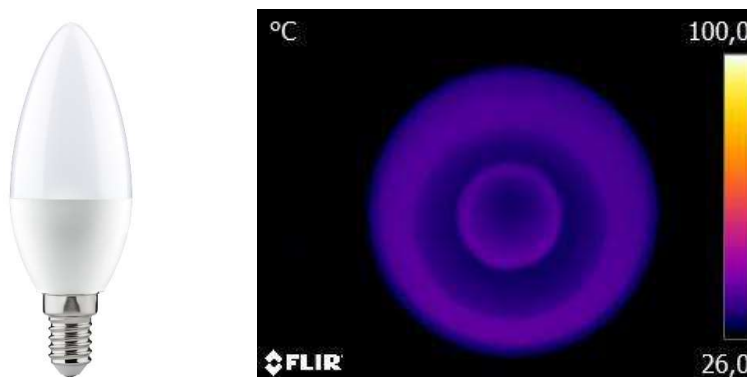


Obr. 3: a) Zářivka Philips. b) Termogram rozložení teploty zářivky Philips po 10 minutách od rozsvícení.

### LED Ledon B35 6W M 927 E14.

Nejaktuálnějším světelným zdrojem je LED (obr. 4a). Při zachování stejného světelného toku má LED nižší příkon  $P = 6 \text{ W}$ , tedy zároveň nejvyšší vypočítaný měrný světelný výkon  $K = 67 \text{ lm/W}$ .

Po 10 minutách svitu stínítko bodového světla dosahuje nepatrně nižší teploty než u žárovky ( $29 \text{ °C}$ ) (obr. 4b). Povrchová teplota LED se pohybuje kolem  $43 \text{ °C}$  a prakticky všechna elektrická energie je přeměna do viditelného spektra světla.

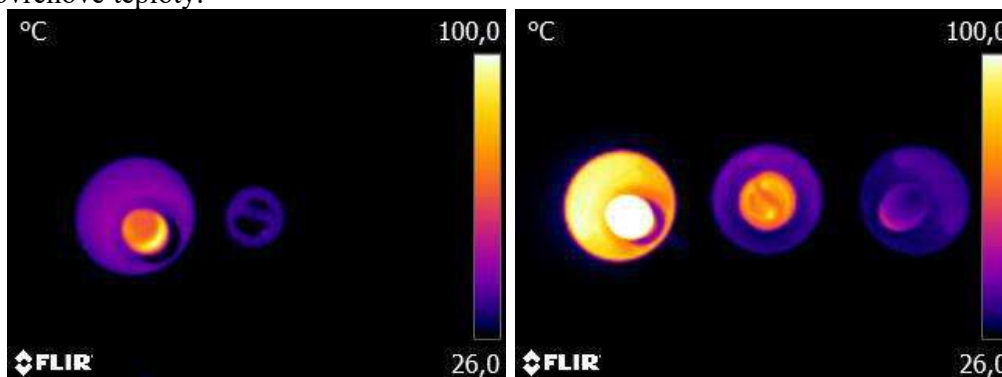


Obr. 4: a) LED Ledon. b) Termogram rozložení teploty LED Ledon po 10 minutách od rozsvícení.

### Zobrazení rozložení teploty současně u všech světelných zdrojů

Ve stejnou chvíli byly současně zapnuty všechny tři zdroje. Po prvních sekundách můžeme pozorovat první změny teploty v termogramu (obr. 5a). Žárovka okamžitě dosahuje vysokých teplot blízkých se  $100 \text{ °C}$ . V okolí vlákna můžeme současně pozorovat, jak se radiací přenáší teplo do okolí – na stínítko. Termogram u žárovky zobrazuje růst teploty v oblasti spirály. U LED neprobíhá žádná teplotní změna pozorovatelná termokamerou v oblasti samotného světelného zdroje či okolí.

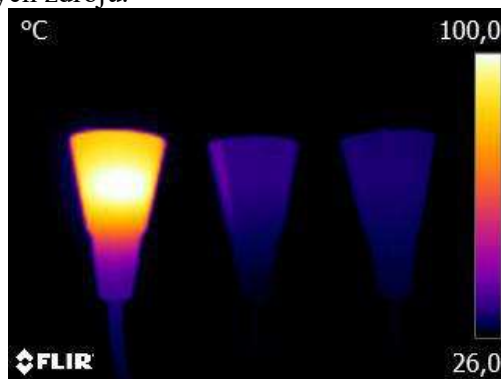
Po uplynutí doby 10 minut můžeme pozorovat tepelnou emisi i u dalších dvou světél (obr. 5b). Zásadní rozdíl je mezi již historickým světelným zdrojem – žárovkou a modernějšími svítidly – žárovkou a LED. Žárovka a její okolí dosahují nejvyšší povrchové teploty.



Obr. 5: a) Pohled shora během prvních sekund po současném rozsvícení všech světelných zdrojů. b) Pohled shora po 10 minutách od rozsvícení. Pořadí zleva: žárovka, žárovka a LED

Pro možnosti porovnání je teplotní škála termogramu nastavena na vybraný rozsah 26 °C až 100 °C (teplota žárovky dosahuje až 175 °C). K tepelné emisi dochází současně i u dalších dvou světelných zdrojů, při porovnání s žárovkou lze mluvit o značně menších tepelných ztrátách.

K doplnění představy o změně teploty na stínítkách lampiček je vhodný pohled z boku (obr. 6). Na termogramu lze pozorovat, že dochází k rozdílnému prohřátí stínítka u všech třech typů světelných zdrojů.



Obr. 6: Pohled shora během prvních sekund po současném rozsvícení všech světelných zdrojů. Pořadí zleva: žárovka, zářivka a LED.

### Závěr

Termogramy ilustrují, že ačkoliv světelné zdroje poskytují srovnatelný světelný tok, klasická žárovka emituje řádově více energie ve formě tepla, zářivka je svými parametry srovnatelná s LED světlem. Pro základní orientaci je ideální porovnávat světelné zdroje z hlediska jejich světelné účinnosti  $K$ , nespolehat se pouze na světelný tok  $\Phi$  či udávaný příkon  $P$ .

### Literatura

1. *Zarovky.cz - Největší obchod se žárovkami v Čechách* [online]. 2017: Jan Cenek, 2017 [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: <<http://www.zarovky.cz/>>
2. HAGLUND, J., JEPSON, F., MELANDER, E., PENDRILL, A.M., XIE, Ch., SCHÖNBORN, K. J.. *Infrared cameras in science education. Infrared Physics & Technology*. 2016, 75 (March), 150–152.
3. XIE, Ch., HAZZARD, E. *Infrared Imaging for Inquiry-Based Learning*. The Physics Teacher. 2011, 49(6), 368-372. ISSN 0031-921X.
4. *FLIR in the Classroom: Classroom Experiments* [online]. Wilsonville, USA: FLIR Systems, Inc., 2015 [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <<http://www.flir.com/education/content/?id=67873>>
5. *Transforming Science Education with IR Imaging*. Infrared Tube: Anything that Leaves a Trace of Heat Leaves a Trace of Itself under an IR Camera [online]. USA: The Concord Consortium., 2012 [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <<http://energy.concord.org/ir/inframation2012.pdf>>
6. HAGLUND, J., JEPSON, F., HEDBERG, D., SCHÖNBORN, K. *Thermal cameras in school laboratory activities*. Physics Education. 2015, 50(4), 424–430.



### Kontaktní adresa

Mgr. Vladimír Vochozka  
Katedra aplikované fyziky a technické výchovy, Fakulta pedagogická, Jihočeská  
univerzita v Českých Budějovicích  
Jeronýmova 10, České Budějovice 371 15  
Telefon: +420 608 271 511  
E-mail: vvochozka@pf.jcu.cz

### DIDAKTIKA FYZIKY, FYZIKA A PEDAGOGIKA – SETKÁVÁNÍ NEBO MÍJENÍ?

Vojtěch ŽÁK

#### Abstrakt

Príspevek je zamyšlením nad vztahy didaktiky fyziky k fyzice a pedagogice. Tato rozvaha může být na první pohled vnímána jako teoretická, pokusíme se však upozornit na některé v praxi se projevující a využitelné konsekvence interagování těchto tří oborů. Domníváme se, že konkrétní spolupráce mezi didaktiky fyziky, fyziky a odborníky z oblasti pedagogiky může vytvářet nové kvality, ze kterých může profitovat zejména didaktika fyziky, ale i dva další výše zmíněné obory. Didaktika fyziky by se ovšem měla snažit i o svébytné kroky méně závislé na ostatních oborech.

### DIDACTICS OF PHYSICS, PHYSICS AND PEDAGOGY – MEETING OR PASSING?

#### Abstract

This article is a reflection about relationships between didactics of physics, physics and pedagogy. This consideration can be perceived as theoretical at first sight; however, we try to point out several consequences of the interactions of the three fields that take shape and can be used in practice. We believe that concrete cooperation between experts in physics education (didactics of physics), physicists and experts in pedagogy can create new quality from which especially didactics of physics can profit (of course the two above-mentioned fields as well). Naturally, didactics of physics should try to make its own progress rather independent on the other fields as well.

#### Úvod

Zabývání se vztahem didaktiky fyziky k dalším oborům, zejména k fyzice a pedagogice se může zdát jako nepotřebné přemítání nad něčím, co není ani intelektuálně zajímavé, ani prakticky využitelné. Navíc, vztah didaktiky fyziky k dalším oborům byl v odborných publikacích českých autorů již několikrát diskutován (např. [1–5]). V tomto textu upozorňujeme na některé možnosti spolupráce mezi těmito obory, což podle našeho názoru diskuzi zasluhuje. V následující krátké stati rezignujeme na snahu o úplnost, ale zaměříme se zejména na možný přínos jednak pedagogiky a fyziky pro didaktiku fyziky, ale také obráceně na potenciální využití didaktiky fyziky pro pedagogiku a fyziku. V tomto smyslu je následující text strukturován.

#### Čím může prospět didaktice fyziky pedagogika?

Pedagogika představuje disciplínu, která má širší záběr než didaktika fyziky, příp. didaktiky jiných oborů. Je to přirozené; zatímco didaktika fyziky řeší problémy spojené s fyzikálním vzděláváním, pedagogika je zaměřena na vzdělávání a výchovu obecněji, v nejrůznějších směrech. S tím souvisí fakt, že několik didakticko-fyzikálních pracovišť je součástí pedagogických fakult českých univerzit. Na druhou stranu nelze didaktiku fyziky chápat jednoduše jako podмноžinu pedagogiky.

S početnější základnou pedagogů oproti didaktikům fyziky patrně souvisí větší počet pedagogických časopisů než periodik zaměřených na didaktiku fyziky. Pokud jde o české prostředí, tak na didaktiku fyziky je zaměřen časopis *Matematika–fyzika–informatika* a *Scientia in educatione*. U prvního jmenovaného je už z názvu zřejmé, jakými dalšími obory se zabývá; druhý uvedený časopis je zaměřen na oborové didaktiky přírodovědných předmětů a didaktiku matematiky. Mezi hlavní pedagogická periodika z domácího prostředí můžeme zařadit časopis *Orbis scholae*, *Pedagogická orientace*, *Pedagogika*, *Studia paedagogica* a *E-pedagogium*. Tyto časopisy jsou uvedeny v databázi ERIH PLUS a časopisy *Orbis scholae* a *Studia paedagogica* také v databázi SCOPUS. V českých pedagogických časopisech je obecně možné publikovat také v angličtině (např. v rámci monotematických čísel), čímž se okruh potenciálních čtenářů rozšiřuje. V těchto časopisech je možné publikovat výzkumné studie také z didaktiky fyziky (a dalších oborových didaktik).

Pokud jde o mezinárodní časopisy zaměřené širěji na vzdělávání (pedagogiku), ve kterých vycházejí mimo jiné (někdy ovšem velmi sporadicky) články spadající do didaktiky fyziky (resp. physics education research), můžeme z časopisů uvedených v databázi SCOPUS upozornit např. na *Australasian Journal of Educational Technology*; *Australian Journal of Teacher Education*; *British Educational Research Journal*; *Curriculum Journal*; *Educational Studies*; *Evaluation and Research in Education*; *Gender and Education*; *Innovations in Education and Teaching International*; *International Education Studies*; *Teaching and Teacher Education*. Seznam časopisů (nejen pedagogických) z databáze SCOPUS, ve kterých byly v letech 2010 až 2014 publikovány články z oblasti physics education research, uvádí [6].

Ke komunikování výsledků výzkumu v didaktice fyziky mohou z pedagogických platforem sloužit také konference, např. výroční konference *České asociace pedagogického výzkumu (ČAPV)*, příp. konference pořádané *Institutem výzkumu školního vzdělávání (IVŠV)* na Pedagogické fakultě Masarykovy univerzity v Brně. Na první jmenované konferenci, kterou každoročně hostí typicky jedna z českých pedagogických fakult, bývá několik sekcí, kde je možné příspěvky z didaktiky fyziky uplatnit, např. sekce věnující se učitelům; teorii a metodologii ve výzkumu vzdělávání; procesům a výsledkům vzdělávání. Brněnské konference se snaží o transdidaktický přesah, tj. umožňují na pedagogické půdě setkávání didaktiků různých oborů.

### Přínos fyziky pro didaktiku fyziky

Důležitost fyziky pro didaktiku fyziky je na první pohled zřejmá. Fyzika dodává didaktice fyziky obsah, který má být v rámci fyzikálního vzdělávání komunikován. Otázky, jako např. co z možného fyzikálního obsahu, jakým způsobem, komu, za jakých podmínek a zejména s jakým cílem komunikovat, řeší, resp. by měla řešit didaktika fyziky. Do didaktické transformace (podrobněji [7]), prostřednictvím které se komunikování fyziky děje, vstupují samozřejmě také další obory; přesto vliv fyziky je (a měl by být) zásadní, a to nejen na začátku transformace, ale i v jejím průběhu.

Je zřejmé, že při didaktické transformaci musí typicky docházet ke zjednodušování fyzikálních problémů, musí být voleny jednoduché modely, se kterými mohou žáci základních a středních škol pracovat. Na druhou stranu by toto zjednodušování a zneprůhledňování nemělo překročit určitou mez. Je ovšem otázkou, zda se didaktické fyziky, fyzikové a učitelé dokáží shodnout, kde tato mez leží. Některá vysvětlení působí sice na první pohled přesvědčivě, ale při fyzikálním rozboru (někdy není potřeba ani

nikterak hluboký) se ukáže, že nahlížení daného problému je fyzikálně neadekvátní, někdy prostě zcela chybné.

Jako příklady témat, jejichž didaktická transformace do učebnic (a s velkou pravděpodobností také do výuky a ve výuce) probíhá z fyzikálního hlediska neadekvátně, můžeme uvést např. znázornění sil působících na závaží matematického kyvadla (viz nedávná výměna názorů v [8–10]) nebo zřejmě ještě méně uvědomovaný problém se zavedením „tlakové potenciální energie“ v souvislosti s odvozením Bernoulliovy rovnice ve středoškolských učebnicích.

Obdobně jako pedagogika, tak také fyzika nabízí platformy, ve kterých je možné komunikovat témata didaktiky fyziky (případně zúženě výuky fyziky). Příkladem časopisu z domácí prostředí, kde je možné (mimo jiných) tato témata diskutovat, je *Československý časopis pro fyziku*; z relativně nedávné doby můžeme uvést jeho dvojčíslo [11], které bylo věnované výhradně fyzikálnímu vzdělávání. Z institucí, které jsou zakotveny na fyzikálním půdorysu, ale orientují se i směrem k fyzikálnímu vzdělávání a didaktice fyziky (a podporují je) patří bezesporu *Jednota českých matematiků a fyziků*, speciálně její *Fyzikálně pedagogická společnost*.

V mezinárodním prostředí můžeme sounáležitost didaktiky fyziky (fyzikálního vzdělávání a jeho výzkumu – *physics education research*) k fyzice dokumentovat např. angažováním komise ICPE (*The International Commission on Physics Education*), která spadá pod organizaci IUPAP (*The International Union of Pure and Applied Physics*).

### Čím naopak může být prospěšná didaktika fyziky pedagogice?

Didaktika fyziky může svými poznatky získanými na základě reflexe fyzikálního vzdělávání (speciálně na základě jeho výzkumu) přispět ke zkoumání obecnějších problémů vzdělávání. Takto, ve své podstatě induktivně, mohou být ale prospěšné pedagogice i další oborové didaktiky.

Fenclová ([1], s. 25) spatřuje význam didaktiky fyziky pro pedagogiku mimo jiné v tom, že didaktika fyziky promítá obecná pedagogická zjištění do tvorby výukových projektů a do uskutečňování výuky (fyziky). To jistě není specifické jen pro didaktiku fyziky, ale provádějí to také další oborové didaktiky. Můžeme to chápat tak, že oborové didaktiky dodávají procesům vzdělávání a výchovy obsah (dán příslušnými vědeckými, uměleckými a dalšími obory), kterým sama pedagogika (nebo obecná didaktika) nedisponuje.

Zatímco předchozí přínos pedagogice není specifický pro didaktiku fyziky, za do značné míry jedinečný přínos můžeme považovat rozpracování tzv. *komunikačního pojetí*, u jehož zrodu stála J. Fenclová (dřívějším příjmením Hnilíčková, pozdějším Brockmeyerová) a J. Kotásek. Hlavní rysy tohoto pojetí byly již vícekrát popsány a diskutovány (např. [1, 3–5, 7, 12–14]). Koncept *didaktické komunikace fyziky* (obecněji: oboru, oborového poznání) se zdá být nosný i po desetiletích, protože na komunikační pojetí se odvolávají také další oborové didaktiky – didaktika cizích jazyků, didaktika informatiky, didaktika chemie, didaktika biologie a didaktika geografie (patrně z [15], viz také [5], s. 137). Na druhou stranu je vhodné připomenout, že využití myšlenek komunikačního pojetí má rezervy; lze si představit jejich intenzivnější aplikaci v rámci oborových didaktik i pedagogických disciplín.

### Možný přínos didaktiky fyziky fyzice

Možný přínos didaktiky fyziky pro fyziku diskutovala již před mnoha lety Fenclová ([1], s. 26). Spatřuje ho jednak v tom, že didaktika fyziky by měla přispívat *k výchově*

*fyziků–vědců*. Nabízí se sice namítnout, že mnozí fyzikové se možná stali úspěšnými vědci bez přičinění didaktiky fyziky nebo ještě přesněji bez výrazného působení organizovaného vzdělávání (školní výuky fyziky; dokonce možná navzdory ní), na druhou stranu těžko lze popřít, že je obecně výhodné, aby budoucí fyzikové, kteří začínají studovat fyziku na vysoké škole, disponovali co nejširšími a nejhlubšími fyzikálními poznatky. Ti, kdo jim je mohou zprostředkovat, jsou učitelé fyziky na základních a středních školách, kteří by měli být vzděláni na vysokoškolských pracovištích didaktiky fyziky.

Fenclová zmiňuje další okruhy, kde může být didaktika fyziky prospěšná fyzice: *výchova všech členů společnosti*, tak aby aspoň do určité míry chápali a aplikovali výsledky, kterých dosáhla fyzika, a *vytváření příznivého společenského klimatu*, které by se mělo mimo jiné projevat tak, že společnost bude podporovat fyzikální výzkum. Dají se sem zařadit také aktivity pracovišť didaktiky fyziky z vysokých škol, jejichž cílem je vytvářet příznivý obraz o fyzice mezi veřejností a lákání středoškoláků ke studiu fyziky. Domníváme se, že i k tomu je didaktika fyziky povolána, ale je na místě varovat před představou, že by to měl být hlavní úkol didaktiky fyziky a že by tak měla být „servisním pracovištěm“ kateder vysokých škol, na nichž se provádí fyzikální výzkum.

Jako netriviální a nejdůležitější je možnost ([1], s. 26), že by didaktika fyziky napomáhala ke *komunikování fyzikálního poznání* uvnitř fyziky jako vědy, resp. na vysokoškolské úrovni vzdělávání a přípravy budoucích fyziků. Můžeme odhadovat, že naprostá většina vyučujících na vysokých školách fyzikálního směru, kteří jsou ve své podstatě fyzikové–vědci, bude tvrdit, že didaktiku fyziky (její přístupy, zjištění atd.) nepotřebují. Na druhou stranu vzhledem k tomu, že na počátku vysokoškolského studia jsou budoucí fyzikové značně ovlivněni výukou fyziky na nižších stupních vzdělávání, je logické připustit, že informace o znalostech, dovednostech a postojích začínajících vysokoškoláků (zcela konkrétně např. znalost jejich fyzikálních miskonceptů) mohou být užitečné. I v těchto otázkách může didaktika fyziky pomoci – k dispozici jsou různé konceptuální testy, existují různé metody a formy, jak s vysokoškoláky pracovat (nejen klasické přednášky, cvičení a fyzikální praktika).

### Závěr

Zda dochází a bude docházet spíše k setkávání didaktiky fyziky s dominantnějšími obory – fyzikou a pedagogikou než k jejich míjení, je zejména v rukou didaktiků fyziky. V tomto krátkém článku jsme se snažili kromě obecnějších a teoretičtějších souvislostí poukázat také na několik konkrétních platform, které mohou zprostředkovat spolupráci mezi těmito obory.

Domníváme se, že podstatou setkávání je výhodnost pro všechny zúčastněné strany, což tedy mimo jiné znamená, že didaktika fyziky by si měla klást otázku, čím ona může být prospěšná komunitě fyziků a pedagogů (výzkumníků v pedagogice). Didaktika fyziky by se neměla omezovat na technické záležitosti, ale měla by odvážněji vystupovat s koncepčními, teoreticky i empiricky ukotvenými náměty.

Na druhou stranu vidíme jako důležité, aby se didaktika fyziky věnovala především svému hlavnímu cíli, a to koncepční podpoře fyzikálního vzdělávání. Sem přirozeně spadá zejména vzdělávání budoucích učitelů fyziky. Ve směřování k tomuto cíli může pomoci spolupráce s obory usilujícími o analogické, totiž dalšími oborovými didaktikami (mezi nimi speciálně s didaktikami přírodovědných oborů).

### Literatura

1. FENCLOVÁ, J. *Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982. 157 s.
2. NEZVALOVÁ, D. Didaktika fyziky v České republice: trendy, výzvy a perspektivy. *Pedagogická orientace*, 2011, roč. 21, č. 2, s. 171–192. ISSN: 1211-4669.
3. KOTÁSEK, J. Domácí a zahraniční pokusy o obecné vymezení předmětu a metodologie oborových didaktik. *Pedagogická orientace*, 2011, roč. 21, č. 2, s. 226–239. ISSN: 1211-4669.
4. ŽÁK, V. Historický vývoj pojetí didaktiky fyziky v České republice. *Pedagogická orientace*, 2014, roč. 24, č. 2, s. 222–243. ISSN: 1211-4669.
5. DVOŘÁK, L., KEKULE, M., ŽÁK, V. Didaktika fyziky včera, dnes a zítra. In STUHLÍKOVÁ, I., JANÍK, T., et al. *Oborové didaktiky: vývoj – stav – perspektivy*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2015, s. 123–157.
6. ŽÁK, V. Metody sběru dat využívané didaktikou fyziky v mezinárodním prostředí. *Scientia in educatione*, 2016, roč. 7, č. 2, s. 18–33. ISSN: 1804-7106.
7. TARÁBEK, P., ZÁŠKODNÝ, P. Didaktická komunikace fyziky a její aplikace. *Matematika–fyzika–informatika*, 2006, roč. 16, č. 3, s. 146–157. ISSN: 1210-1761.
8. ŽÁK, V. Síly působící na matematické kyvadlo na 7 + 1 způsob. *Matematika–fyzika–informatika*, 2016, roč. 25, č. 4, s. 266–276. ISSN: 1210-1761.
9. LEPIL, O. Poznámka k silám působícím na kyvadlo. *Matematika–fyzika–informatika*, 2016, roč. 25, č. 4, s. 276–286. ISSN: 1210-1761.
10. MUSILOVÁ, J. Nejde jen o kyvadlo. *Československý časopis pro fyziku*, 2016, roč. 66, č. 6, s. 393–396. ISSN: 0009-0700.
11. MUSILOVÁ, J., et al. Fyzikální vzdělávání [Monotematické číslo]. *Československý časopis pro fyziku*, 2012, roč. 62, č. 5–6. ISSN: 0009-0700.
12. BROCKMEYEROVÁ-FENCLOVÁ, J., ČAPEK, V., KOTÁSEK, J. Oborové didaktiky jako samostatné vědecké disciplíny. *Pedagogika*, 2000, roč. 50, č. 1, s. 23–37. ISSN: 0031-3815.
13. LEPIL, O. K vývoji didaktiky fyziky. *Matematika–fyzika–informatika*, 2008, roč. 18, č. 2, s. 82–92. ISSN: 1210-1761.
14. BROCKMEYEROVÁ, J., TARÁBEK, P. Struktura didaktické komunikace fyziky. *Matematika–fyzika–informatika*, 2009, roč. 18, č. 5, s. 277–284. ISSN: 1210-1761.
15. STUHLÍKOVÁ, I., JANÍK, T., et al. *Oborové didaktiky: vývoj – stav – perspektivy*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2015. 465 s. ISBN 978-80-210-7769-0.

### Kontaktní adresa

RNDr. Mgr. Vojtěch Žák, Ph.D.  
Katedra didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy  
V Holešovičkách 2, Praha 8, 18000  
Telefon: +420 737 832 210  
E-mail: Vojtech.Zak@mff.cuni.cz

### ABSTRAKTY ZBÝVAJÍCÍCH PŘÍSPĚVKŮ BEZ ČLÁNKU

**Tereza Brejchová**

*Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň*

#### **Pozorování planetkových zákrytů**

Měření planetkových zákrytů nám poskytuje podrobné informace o planetkách. První pozorování planetkového zákrytu je datováno již v 18. století, s rozvojem moderních technologií dochází ke zpřesňování výsledků. V dnešní době je známo téměř 500 000 očíslovaných planetek. Data jsou shromažďována v centrální databázi, která umožňuje přístup ke komplexnějším výsledkům.

\* \* \* \* \*

**RNDr. Eva Hejnová, Ph.D., RNDr. Martina Kekule, Ph.D.**

*Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Ústí nad Labem*

#### **Využití oční kamery pro kvalitativní posouzení postupu při řešení úloh z mechaniky**

Článek prezentuje využití oční kamery k posouzení postupu při řešení úloh z mechaniky. Kromě typického zjišťování rozdílných přístupů k řešení problémů jednotlivými žáky bylo cílem také prozkoumání možnosti použití oční kamery k posouzení percepčně výraznějších materiálů, které byly studentům předloženy ve formě úloh typu concept cartoons, v nichž byly použity různé grafické prvky (fotografie, obrázky, texty v bublinách apod.). Do zpracování a interpretace výsledků byla použita data od 21 žáků SŠ nebo 1. ročníku studia učitelství na MFF UK a 2 vyučujících fyziky. Získané kvalitativní výstupy (attention maps a gaze plots) ukazují na rozdíly mezi žáky s rozdílným výkonem v daném testu.

\* \* \* \* \*

**doc. RNDr. Josef Hubeňák, CSc.**

*Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové, Hradec Králové*

#### **Akustika klasicky a s počítačem**

V přípravě učitelů fyziky je vhodné připomínat historický vývoj poznání v jednotlivých oborech. Pokud to je možné, mají budoucí učitelé dostat do rukou i historické pomůcky a přístroje. Pro akustiku najdeme ve sbírkách ladičky, sirény, píšťaly, zvony, monochordy atd. S nimi lze demonstrovat řadu jevů z fyzikální akustiky a následně některá měření a jevy provést s použitím počítače. Tak získají učitelé spolehlivý historický základ i schopnost experimentovat na současné úrovni didaktické techniky.

\* \* \* \* \*

**PhDr. Václav Kohout, Ph.D.**

*Nakladatelství Fraus, Plzeň*

#### **Učebnice fyziky nové generace v Nakladatelství Fraus**

Nakladatelství Fraus vydává reedici úspěšné řady učebnic Fyziky pro 2. stupeň základní školy ve formě tzv. nové generace. Učebnice jsou aktualizovány v souladu se současným vývojem vědy a techniky, jsou vybaveny novým obrazovým doprovodem. Do učebnic nové generace je promítnuta více než dvanáctiletá zkušenost učitelů fyziky s původním vydáním, autoři reflektovali celou řadu připomínek recenzentů, odborníků i pedagogické veřejnosti. Osvědčená koncepce a struktura učebních materiálů zůstává zachována, pouze v některých odůvodněných případech dochází k přesunu jednotlivých kapitol či tematických celků. Hlavním autorem nové učebnicové řady je Miroslav Randa z Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni.

\* \* \* \* \*

RNDr. Pavel Konečný, CSc.

*Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno*

### Demonstrační experimenty při výuce fyziky a testování nabytých znalostí

Praktická činnost je nejpřirozenější způsob ověření nabytých schopností a znalostí. Ve školské praxi se používá forma praktika, kde studenti měří, případně projektu. Obě metody jsou specifické a časově náročné. Další možností je studentem prováděný demonstrační experiment. Díky výraznému snížení ceny a dostupnosti některých komponent a součástí souvisejícím s moderními technologiemi je možné připravit takové experimenty, kde případné materiální škody jsou jen bagatelního rozsahu a tak je možné nechat studenty pracovat samostatně. V příspěvku bude předvedeno několik pokusů tohoto typu s rozborem výsledků práce studentů.

\* \* \* \* \*

doc. RNDr. Libor Koníček, Ph.D.

*Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, Ostrava*

### Vliv RVP, ŠVP a dalších dokumentů MŠMT na přípravu učitelů fyziky

Na katedře fyziky přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity dlouhodobě připravujeme učitele pro základní a střední školy. V příspěvku je zmapován vliv zavádění RVP, ŠVP, kurikulárních změn a požadavků akreditační komise na tvorbu studijních programů. Bude diskutován i vliv nových dokumentů vydávaných akreditačním úřadem.

\* \* \* \* \*

doc. RNDr. Jan Kříž, Ph.D.

*Univerzita Hradec Králové, Hradec Králové*

### Příprava budoucích učitelů na PŘF UHK

Nastíním problémy, se kterými se potýkáme na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové, při přípravě budoucích učitelů fyziky.

\* \* \* \* \*

doc. RNDr. František Kundracik, CSc.

*Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislavě, Bratislava*

### Lukostřelba a výučba mechaniky na gymnáziích

/ zvaná přednáška /

Vidieť, ako sa poznatky z fyziky priamo využívajú v praxi, je pre žiakov veľmi motivujúce. Na prednáške sa účastníci dozvedia o sérii aktivít týkajúcich sa využitia fyziky v lukostreľbe, ktoré tématicky patria najmä do oblastí "vodorovný a šikmý vrh" a "jednoduché mechanické stroje". Úlohy a praktické aktivity boli veľakrát odskúšané priamo na stredných školách a aj pri príprave budúcich učiteľov na FMFI UK v Bratislave. Súčasťou prednášky sú aj ilustračné videá a praktické ukážky streľby z luku. Účastníci si budú môcť niektoré aktivity vyskúšať aj osobne v rámci voľného času.

### Škodí nám mobilné telefóny?

/ zvaná prednáška /

Napriek tomu, že prvé otázky o (ne)škodnosti mobilných telefónov a iných zariadení pracujúcich v mikrovlnovej oblasti (napríklad WiFi smerovače) na zdravie ľudí sa vynorili už asi pred 20 rokmi, téma je stále živá a rezonuje vo verejnosti aj medzi mladými ľuďmi. Záujem podporujú aj pravidelné správy (pozitívne aj negatívne) o predbežných výsledkoch výskumných tímov. Na prednáške sa poslucháči dozvedia, aké sú hlavné účinky mikrovlnového žiarenia na organizmus, s istou dávkou humoru sú analyzované niektoré fantastické tvrdenia z internetových zdrojov a vysvetlené budú príčiny, prečo na definitívne potvrdenie alebo vyvrátenie tézy o škodlivosti mobilných telefónov musíme čakať tak dlho. Súčasťou prednášky sú aj ilustračné videá a praktické experimenty.

\* \* \* \* \*



**Mgr. Radim Kusák**

*Ústav teoretické fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha*

### **Moderní technologie ve výuce fyziky – co umíme a kde jsme teď**

V příspěvku se podíváme na konkrétní ukázky moderních technologií jako je tablet, mobilní telefon, nebo usb mikroskop a jak tyto technologie systematicky zařadit do výuky. Budou zmíněny i úskalí takové integrace, které vycházejí ze zkušeností z projektu eVIK a eVIM, které se realizovaly na Dvořákově gymnáziu a SOŠE v Kralupech nad Vltavou.

\* \* \* \* \*

**doc. RNDr. František Lustig, CSc.**

*Kabinet výuky obecné fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha*

### **Fyzikální experimenty „hands-on“ a „remote“ současně**

Vyvinuli jsem multiplatformní prostředí „iSES Remote Lab SDK“ (<http://www.ises.info/index.php/cs/systemises/sdkisesstudio>), které umožňuje tvorbu vzdálených laboratoří s různými systémy jako jsou ISES, klasické multimetry, COM zařízení, ale též i Arduino systémy aj. Nyní chceme předvést fyzikální experimenty, které jsou ZÁROVEŇ klasické počítačem podporované experimenty hands-on a ZÁROVEŇ vzdálené experimenty. Experiment, který provádí učitel ve třídě, je ihned hands-on přístupný na stole učitele, dále mají studenti ve třídě možnost pracovat na tomto experimentu individuálně prostřednictvím svých tabletů, mobilů aj. a současně je tento experiment přístupný i jako vzdálený experiment externím uživatelům na Internetu. Pokud učitel tento experiment nechá běžet i po výuce, je tento experiment dostupný odkudkoliv, komukoliv a kdykoliv na pevných i mobilních zařízeních.

\* \* \* \* \*

**Mgr. Daniel Mareš**

*Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské zařízení a zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků, Praha*

### **RVP – dokument, který žije a se kterým se pracuje**

Česká republika má jeden z nejbenevolentnějších kurikulárních systémů v Evropě. Svoboda, která je dána školám při tvorbě svých programů, je jedinečná. Je však otázkou, jak s touto svobodou školy naložily (disponibilní hodiny, doplnění téma nad rámec RVP atd.). V naší zemi se však má za to, že RVP je mrtvý dokument, který školy k ničemu nepotřebují a nijak jej nevyužívají. Omyl. RVP je velmi důležitý dokument, který definuje, co je minimální hranicí znalostí. A životnost RVP?? Na tomto, a především s tímto dokumentem se pořád pracuje na všech úrovních – metodické komentáře, standardy, minimetodiky, katalogy, různé menší či větší revize. Tento příspěvek má za cíl ukázat, jak se pracuje s RVP, jak se tvoří, odkud vzešlo a kam se ubírá.

\* \* \* \* \*

**PhDr. Pavel Masopust, Ph.D.**

*Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň*

### **Jaký software používám na zobrazování grafů**

Ve výuce fyziky často potřebujeme zobrazit funkční závislost fyzikálních veličin. Uražené dráhy na čase, síly na vzdálenosti apod. Průběh je možné nakreslit na tabuli, ale u složitějších závislostí je to obtížné a nemusí podstatu vztahu správně vystihnout. Funkční průběhy je samozřejmě možné zobrazit na počítači. Ale jaký software použít? Excel? Matlab? Nejlepší Software Na Zobrazení Fyzikálních Závislostí? Příspěvek představí výhody a nevýhody jednotlivých řešení.

\* \* \* \* \*

prof. RNDr. **Jana Musilová**, CSc., doc. RNDr. **Aleš Lacina**, CSc.

*Ústav teoretické fyziky a astrofyziky, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno*

### **„Zrádná“ místa a pojmy ve výuce fyziky**

Fyzikálně-didaktický příspěvek se s důrazem na fyzikální aspekt zabývá problematikou pojmů, které se na základě dlouhodobé zkušenosti ukazují být pro studenty středních, ale i vysokých škol (možná paradoxně) obtížnými. Soustředí se na hlavní příčiny problémů ve výuce mechaniky, termiky a molekulové fyziky v úvodním kurzu univerzitního bakalářského studia, za něž opět na základě zkušeností považujeme nedostatečnou úroveň středoškolské matematiky a absenci kvalitních studijních textů středoškolské fyziky, které by učitele motivovaly k důrazu na výklad preferující fyzikální správnost, posilování fyzikálního myšlení studentů a hloubku pochopení fyzikálních pojmů a zákonů před dalšími „didaktickými“ aspekty výuky, studenty pak k zájmu o porozumění fyzikálním jevům a fyziku jako takovou.

\* \* \* \* \*

**Mgr. Zdeněk Pucholt**

*Katedra experimentální fyziky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, Olomouc*

### **Simulace jako alternativa laboratoří?**

Nedílnou součástí výuky fyziky na všech typech škol je seznámení žáků s počítačovými simulacemi (animacemi), které nabízejí široké možnosti – základní numerické výpočty, grafické výstupy, někdy i 3D virtuální realitu. Mohou ale simulace nahradit běžné školní laborování, nebo jsou simulace jen módním trendem ve výuce?

\* \* \* \* \*

**RNDr. Miroslav Randa**, Ph.D.

*Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň*

### **Didaktika fyziky na FPE v Plzni**

Příspěvek popisuje aktivity v oblasti didaktiky fyziky na Fakultě pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. Zohledňuje význam didaktiky fyziky jako významného atributu vysokoškolské přípravy budoucích učitelů fyziky a kriticky poukazuje na současný stav v Plzni. Na podkladě současných aktivit oddělení fyziky ukazuje, jak významné jsou v tomto smyslu zejména následující aspekty:

- zakotvenost a návaznost na předměty pedagogicko-psychologického základu;
- propojení s odbornými fyzikálními předměty;
- propojenost s reflektovanou pedagogickou praxí;
- mezifakultní a mezinárodní spolupráce v oblasti didaktiky fyziky;
- vědecko-výzkumný charakter řešených úkolů;
- spolupráce se školami v regionu a bezprostřední znalost školního prostředí.

\* \* \* \* \*

**RNDr. Libuše Švecová**, Ph.D.

*Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, Ostrava*

### **Led**

V příspěvku se budeme zabývat ledem a táním ledu z pohledu environmentální fyziky.

\* \* \* \* \*

**SEZNAM ÚČASTNÍKŮ KONFERENCE**

- Mgr. **Vít BEDNÁŘ**, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň  
Mgr. **Pavel BÖHM**, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha; Edufor  
doc. RNDr. **Zdeněk BOCHNÍČEK**, Dr., Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno  
**Tereza BREJCHOVÁ**, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň  
Mgr. **Veronika BURDOVÁ**, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice  
Ing. **David CERVAN**, Ph.D., Integrovaná střední škola technická a ekonomická, Sokolov  
Mgr. **Jan DIRLBECK**, Gymnázium Cheb, Cheb  
doc. RNDr. **Leoš DVOŘÁK**, CSc., Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha  
RNDr. **Irena DVOŘÁKOVÁ**, Ph.D., Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha  
Mgr. **Lukáš FERT**, Střední průmyslová škola dopravní, Plzeň  
Mgr. **Martin GEMBEK**, Základní škola Jablonec nad Nisou – Rýnovice, Jablonec nad Nisou  
RNDr. **Tomáš GRÁF**, Ph.D., Filozoficko-přírodovědecká fakulta, Slezská univerzita v Opavě, Opava  
Mgr. **Karel HAVLÍČEK**, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha  
RNDr. **Eva HEJNOVÁ**, Ph.D., Přírodovědecká fakulta, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Ústí nad Labem  
Mgr. **Petra HEŘMANOVÁ**, Vyšší odborná škola a Střední odborná škola elektrotechnická, Plzeň  
RNDr. **Renata HOLUBOVÁ**, CSc., Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, Olomouc  
doc. RNDr. **Josef HUBEŇÁK**, CSc., Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové, Hradec Králové  
Mgr. **Petra HYKLOVÁ**, Astronomický ústav, Univerzita Karlova, Praha  
PhDr. Ing. **Ota KÉHAR**, Ph.D., Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň  
RNDr. **Martina KEKULE**, Ph.D., Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha  
PaedDr. **Josef KEPKA**, CSc., Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň  
RNDr. Ing. **Jaroslav KOČVARA**, Gymnázium Cheb, Cheb  
RNDr. **Čeněk KODEJŠKA**, Ph.D., Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, Olomouc  
Mgr. **Jiří KOHOUT**, Ph.D., Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň  
PhDr. **Václav KOHOUT**, Ph.D., Nakladatelství Fraus, Plzeň  
RNDr. **Karel KOLÁŘ**, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha  
Mgr. **Petr KOLÁŘ**, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha  
Mgr. **Lucie KOLÁŘOVÁ**, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, Olomouc; ZŠ Rožňavská, Olomouc  
RNDr. **Pavel KONEČNÝ**, CSc., Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno  
doc. RNDr. **Libor KONÍČEK**, Ph.D., Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, Ostrava  
RNDr. **David KORDEK**, Ph.D., Lékařská fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova, Hradec Králové  
RNDr. **Věra KOUDELKOVÁ**, Ph.D., Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha  
Dr.-Ing. **Jan KOŽUŠKO**, Česká astronomická společnost  
Mgr. **Věra KRAJČOVÁ**, Smíchovská střední průmyslová škola, Praha

- Mgr. Ing. **Bohumila KROUPOVÁ**, ZŠ a MŠ Brno, Husova, Brno
- Mgr. **Radek KŘÍČEK**, Astronomický ústav, Univerzita Karlova, Praha
- doc. RNDr. **Jan KŘÍŽ**, Ph.D., Univerzita Hradec Králové, Hradec Králové
- Bc. **Oldřich KŘÍŽ**, Techmania Science Center, Plzeň
- doc. RNDr. **František KUNDRACIK**, CSc., Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislavě, Bratislava
- Mgr. **Radim KUSÁK**, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha
- doc. RNDr. **František LUSTIG**, CSc., Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha
- Mgr. **Daniel MAREŠ**, Národní ústav pro vzdělávání, Praha
- PhDr. **Pavel MASOPUST**, Ph.D., Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň
- prof. RNDr. **Erika MECHLOVÁ**, CSc., Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, Ostrava
- Ing. **Petr MICHALÍK**, Ph.D., Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň
- Mgr. **Marie MOLLEROVÁ**, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň
- prof. RNDr. **Jana MUSILOVÁ**, CSc., Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno
- Mgr. **Dobromila PATÁKOVÁ**, Hvězdárna Vyškov, Vyškov
- Mgr. **Václav PISKAČ**, Gymnázium Brno, třída Kapitána Jaroše, Brno
- Ing. Mgr. **Jan PLZÁK**, Ph.D., Vyšší odborná škola a Střední odborná škola elektrotechnická, Plzeň
- RNDr. **Jitka PROKŠOVÁ**, Ph.D., Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň
- PhDr. **Lenka PRUSÍKOVÁ**, Ph.D., Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň
- Mgr. **Zdeněk PUCHOLT**, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, Olomouc
- Mgr. **Marek RAJA**, Gymnázium B. Hrabala v Nymburce, Nymburk
- RNDr. **Miroslav RANDA**, Ph.D., Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň
- doc. Dr. Ing. **Karel RAUNER**, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň
- Mgr. **Tomáš REMIŠ**, Nové technologie – výzkumné centrum, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň
- Mgr. **Lukáš RICHTEREK**, Ph.D., Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, Olomouc
- Mgr. **Matěj RYSTON**, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha
- Mgr. **Vlastimil SACHL**, Střední průmyslová škola, Ostrov
- PaedDr. **Vladimír SIROTEK**, CSc., Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň
- Mgr. **Ivana SIROTKOVÁ**, Gymnázium Luďka Pika, Plzeň
- doc. RNDr. **Petr SLÁDEK**, CSc., Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita, Brno
- Vladimír ŠESTÁK**
- Vladimír ŠESTÁK jr.**
- Mgr. **Jana ŠESTÁKOVÁ**, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha
- RNDr. **Libuše ŠVECOVÁ**, Ph.D., Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, Ostrava
- Ing. **Jana TAHALOVÁ**, Československý časopis pro fyziku, Praha
- PhDr. **Martin TOMÁŠ**, Ph.D., Nové technologie – výzkumné centrum, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň
- PhDr. **Jan VÁLEK**, Ph.D., Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita, Brno
- Mgr. **Kamila VÁŇOVÁ**, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové, Hradec Králové

Mgr. **Jan VESELÝ**, Hvězdárna a planetárium v Hradci Králové a Gymnázium Boženy Němcové, Hradec Králové

Mgr. **Iva VLKOVÁ**, Ph.D., Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Ostrava

Mgr. **Vladimír VOCHOZKA**, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice

**Barbora ZÝKOVÁ**, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň

RNDr. Mgr. **Vojtěch ŽÁK**, Ph.D., Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha

## **MODERNÍ TRENDY V PŘÍPRAVĚ UČITELŮ FYZIKY**

Jak ICT ovlivňuje fyziku a naopak

Sborník z konference

Editor sborníku: PhDr. Ing. Ota Kéhar, Ph.D.  
Recenzenti: PhDr. Ing. Ota Kéhar, Ph.D., RNDr. Miroslav Randa, Ph.D.  
Autor obálky: PhDr. Václav Kohout, Ph.D.

Vydavatel: Západočeská univerzita v Plzni  
P.O.Box 314, Univerzitní 8, 306 14 Plzeň

Vyšlo: červen 2018  
Vydání: první  
Počet stran: 206  
Náklad: 100 kusů

Nositelé  
autorských práv: autoři  
Západočeská univerzita v Plzni

*Tato publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou.  
Za odbornou správnost odpovídají autoři.*