

Západočeská univerzita v Plzni  
oddělení fyziky KMT FPE  
Systematická podpora popularizace  
výzkumu a vývoje ZČU

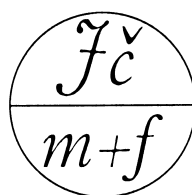
Jednota českých matematiků a fyziků  
Západočeská pobočka  
Fyzikální pedagogická společnost

---

# Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

## Výuka fyziky v kontextu potřeb současné společnosti

sborník z konference



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

---

Kašperské Hory 2013

**Vydala Západočeská univerzita v Plzni  
ISBN 978-80-261-0374-5**

### Úvod

Vážené kolegyně, vážení kolegové, vážení přátelé fyziky, držíte v rukou sborník z tradiční konference Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky. Šestý ročník, který proběhl ve dnech 24.–26. dubna 2013, byl charakteristický návratem na Šumavu poté, co podobné názory zaznívaly jak během pátého ročníku v Plzni, tak i v mezičase mezi pátým a šestým ročníkem konference. Navrátili jsme skutečně do nitra Šumavy, a to i z hlediska názvu hotelu. Jen hotel Šumava v Srní nahradil hotel stejného jména v Kašperských Horách, v Amálině údolí. A podle reakcí účastníků jsme si jisti tím, že návrat byl korunován naprosto neuvěřitelnou pohodou, kterou účastníci konference pociťovali na každém kroku: nic nebylo pro pracovníky hotelu problém, všechna přání nám byla plněna okamžitě a s úsměvem. Poděkování proto patří všem pracovníkům hotelu, nejvíce samozřejmě řediteli panu Bc. Jaroslavu Hraničkovi.

Jednání konference probíhalo tradičně zčásti v plénu a zčásti v sekcích. Hlavním tématem bylo Vyučování fyziky v kontextu potřeb současné společnosti, podrobněji jsme se zaměřili na inovaci obsahu výuky fyziky, uplatnění moderních učebních metod a pomůcek ve fyzice a rovněž na výchovu a vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami ve fyzice. Konference se zúčastnilo celkem 75 účastníků z celé republiky i ze zahraničí.

Velkou pozornost vzbudily příspěvky zahraničních hostů prof. RNDr. Juraje Slabeycia, CSc., který se zamýšlel nad aktuálními problémy fyzikálního vzdělávání na Slovensku, a Mag. Dr. Gerharda Ratha, který ukazoval, že do výuky fyziky neodmyslitelně patří mobilní telefony, a dále příspěvek doc. RNDr. Leoše Dvořáka, CSc. věnovaný experimentům týkajícím se nábojů a kapacitě. Čtvrteční odpoledne bylo zpestřeno exkurzí do blízké seismické stanice ve štole Kristina, kde nám byli zasvěcenými průvodci Ing. Josef Horálek, CSc. a Ing. Petr Jedlička, a workshopem k Archimédovu zákonu vedeným RNDr. Irenou Dvořákovou, Ph.D. Obě zmíněné akce umocnilo na duben nezvykle teplé počasí, a tak se workshop netradičně uskutečnil na čerstvém vzduchu.

Také další 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 udržování již navázaných.

V současných složitých podmínkách nelze tak velkou konat bez podpory významných institucí a partnerů. Naše poděkování patří Západočeské univerzitě v Plzni, jmenovitě paní rektorce doc. PaedDr. Iloně Mauritzové, Ph.D. a děkance Fakulty pedagogické doc. PaedDr. Janě Coufalové, CSc. Ke zdaru jednání dále přispěly plzeňská pobočka a Fyzikální pedagogická společnost Jednoty českých matematiků a fyziků, Nakladatelství Fraus, Geofyzikální ústav AV ČR a další.

Těšíme se na shledanou na konferenci Moderní trendy 7 v dubnu 2015 na Šumavě.

V Plzni dne 10. 3. 2014

RNDr. Miroslav Randa, Ph.D.,  
vedoucí oddělení fyziky  
katedry matematiky, fyziky a technické fyziky,  
předseda organizačního výboru konference





## Obsah

### Zvané příspěvky

Juraj SLABEYCIUS, Daniel POLČIN: Aktuálne problémy fyzikálneho vzdelávania na Slovensku .....	7
Gerhard RATH: Handy-Videos im Physikunterricht .....	13
Leoš DVOŘÁK: Náboje a kapacita – jednoduché pokusy pro rozvoj fyzikálního porozumění	21
Irena DVOŘÁKOVÁ: Lodička v bazénku – laboratorní práce .....	27

### Další příspěvky

Vít BEDNÁŘ, Jiří TESAR: On-line měření hladiny intenzity zvuku ve škole .....	30
Mária CSATÁRYOVÁ, Štefan PARIMUCHA, Martin ŠECHNÝ: Interaktívne počítačové programy vo vyučovaní astronómie na SŠ .....	37
Peter HANISKO: Vzdialené astronomické pozorovania a ich využitie vo vyučovaní fyziky a iných prírodovedných predmetov .....	43
Eva HEJNOVÁ: Konceptuální úlohy pro aktivní učení na základní škole .....	50
Josef HORÁLEK, Agáta VARGOVÁ: Využití sloupcového zápisu vektorů ve fyzice .....	57
Rita CHALUPNÍKOVÁ: Žijeme ve světě techniky .....	63
Tomáš JERJE, Rita CHALUPNÍKOVÁ: Projektový den na téma „hydrostatika v praxi“ .....	67
Denisa KAWULOKOVÁ, Michaela ŠUTOVÁ: Archimédes versus Sokrates .....	72
Ota KÉHAR: Astronomické úlohy využívající data z katalogů .....	77
Věra KERLÍNOVÁ, Erika MECHLOVÁ, Libor KONÍČEK: Soutěž jako aktivizující prvek ve výuce fyziky na SOŠ .....	82
David KORDEK: Výuka biofyziky na Lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Hradci Králové .....	85
Jindřich KORYTÁŘ: Kvantová gravitace ve výuce .....	92
Zdeňka KOUPILOVÁ, Dana MANDÍKOVÁ, Marie SNĚTINOVÁ: Elektronická sbírka řešených úloh z fyziky a matematiky .....	98
Jan KREJČÍ, Josef TRNA: Uplatnění multimediálního experimentu ve výuce fyziky .....	104
Štěpánka KUBÍNOVÁ: Biologie očima fyziky .....	109
Radim KUSÁK: Laboratorní práce s moderními technologiemi .....	116
Simona LEHRAUSOVÁ: Jak ovlivňují specifické poruchy učení úspěšnost žáků při výuce fyziky na základní škole .....	123
Lenka LIČMANOVÁ, Libor KONÍČEK: Badatelské úlohy nejen z optiky .....	128
Lucie MAKYDOVÁ, Lenka PAVLÍČKOVÁ: Řešení fyzikálních úloh žáky s poruchami učení .....	133
Dana MANDÍKOVÁ, Jitka HOUFKOVÁ: Problémy českých žáků při řešení přírodovědných úloh výzkumů PISA a TIMSS.....	138
Heřman MANN: Přizpůsobení středoškolské výuky fyziky praxi .....	145

Pavel MASOPUST: Physlety a jejich využití ve výuce fyziky .....	153
Václav MEŠKAN: Grafický záznam řešení fyzikálních úloh – zkušenosti ze základní školy	158
Vladislav NAVRÁTIL, Jindřiška SVOBODOVÁ: Projektová výuka na SŠ a VŠ – fotokatalýza .....	167
Petr NEZAVDAL: Akustika na SUPŠ .....	173
Jan NOVOTNÝ, Jindřiška SVOBODOVÁ: Myšlenkové experimenty a princip relativity ...	176
Miroslav NOVOTNÝ: Poznámky k výuce fyziky mikrosvětla .....	180
Jan OBDRŽÁLEK: Nové pojetí fyzikální veličiny v normách ISO a IEC .....	184
Jan PLZÁK: Co se může stát na oběžné dráze ve SCI-FI a jak na to pohlédne fyzik .....	187
Jitka PROKŠOVÁ: Lars Onsager: významná osobnost fyziky kondenzovaného stavu (110. výročí jeho narození) .....	192
Karel RAUNER: Výuka fyziky a věci kolem nás .....	198
Lukáš RICHTERK: Příprava budoucích učitelů fyziky na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci .....	203
Filip STUDNIČKA, Petr ŠEBA, Daniel JEZBERA, Jan KŘÍŽ: Aplikace aktuálních vědeckých poznatků do výuky fyziky v terciárním vzdělávání .....	208
Zuzana SUKOVÁ: Bližší pohled na jedno souhvězdí .....	212
Jana ŠESTÁKOVÁ: Peer Instruction na základní škole .....	217
Libuše ŠVECOVÁ, Libor KONÍČEK: Chyby měření lékařských teploměrů .....	221
Jiří TESAŘ, Vladimír VOCHOZKA: Videokamera v projektové výuce fyziky na ZŠ .....	226
Jan VÁLEK, Petr SLÁDEK: Současný stav tvorby počítačových modelů na ZŠ, Gy a SŠ....	233
Ivo VOLF: Jak jsem měřil na zeměkouli .....	238
Bohumil VYBÍRAL: České učebnice fyziky – jejich vývoj a poslání .....	249
<b>Seznam účastníků .....</b>	<b>262</b>

### **Aktuálne problémy fyzikálneho vzdelávania na Slovensku**

Juraj SLABEYCIUS, Daniel POLČIN

#### **Abstrakt**

Článok je venovaný analýze dopadov školskej reformy z roku 2008 na kvalitu a úroveň fyzikálneho vzdelávania na základných a stredných školách na Slovensku. Autori sa zamýšľajú nad tým, prečo zmeny nepriniesli želaný efekt a prečo po piatich rokoch reformy je úroveň vzdelávania vo fyzike horšia, ako pred reformou.

### **Actual Problems of Physics Education in Slovakia**

#### **Abstract**

The article aims to analyze the impacts of educational reform of 2008 on the quality and level of physics education in primary and secondary schools in Slovakia. The authors strive to find out why the upper mentioned changes didn't bring about desired results and why, after the five years of reforms, the educational level in physics is lower than that of the pre-reform period.

#### **Úvod**

Meniace sa spoločenské podmienky a rozvoj technológií kladú stále nové požiadavky na znalosti, spôsobilosti a kompetencie mladých ľudí. Doterajší vzdelávací systém stále menej vyhovuje novým požiadavkám. Čoraz silnejšie sa prejavuje nesúlad medzi znalosťami absolventov a požiadavkami trhu práce, preto bolo nutné vzdelávací systém na Slovensku reformovať.

Po roku 1989 začali živelne prebiehať veľké zmeny vo vyučovaní spoločenskovedných predmetoch, ruštinu nahradili iné cudzie jazyky, pribudli nové predmety ekologického aj náboženského charakteru. Na druhej strane, matematika a prírodné vedy sa dostali na okraj záujmu spoločnosti. Výsledkom bolo, že kvalita vzdelávania poklesla, čoho dôkazom boli aj nie príliš lichotivé výsledky našich žiakov v medzinárodných meraniach PISA, PIRLS. Prispelo k tomu aj nedostatočné finančné i morálne ohodnotenie učiteľov a slabé financovanie všetkých typov škôl.

#### **Školská reforma 2008**

Školský zákon z roku 1986 už dávno zastaral, preto bolo nutné pripraviť nový školský zákon a spustiť reformu vzdelávania. Po mnohoročných diskusiách v odborných pedagogických kruhoch [1] prijal slovenský parlament v máji 2008 Zákon č.245/2008 [2], ktorý s platnosťou od 1. septembra 2008 spustil na základných a stredných školách školskú reformu.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

Cieľom reformy bolo posilniť demokratizáciu, individualizáciu a participáciu na rozhodovaní v pedagogickej praxi. Školská reforma kládla dôraz na objavovanie a využívanie účinných spôsobov rozvoja osobnosti. Jej ciele možno zhrnúť do štyroch bodov [3]:

**učiť sa poznávať** (nástroje poznávania, kritické a tvorivé myslenie, zvedavosť, pozornosť);

**učiť sa konať** (získavať životne dôležité zručnosti);

**učiť sa žiť spoločne** (rešpekt a úcta k druhým, tolerancia k odlišnosti);

**učiť sa byť** (schopnosť sebareflexie, autoregulácie, zodpovednosti).

Rozhodujúcim vzdelávacím cieľom má byť nadobudnutie schopnosti celoživotného vzdelávania sa (poznávanie–výchova–výcvik).

Reforma priniesla väčšiu slobodu a samostatnosť školám v pedagogickej oblasti a priestor pre tvorivosť (až 30 % obsahu vzdelávacieho programu zostáva v kompetencii škôl, ktoré si majú vytvoriť školské vzdelávacie programy – ŠkVP). Významnou pozitívnu zmenou bolo zníženie maximálneho počtu žiakov v triedach. V materských školách z doterajšieho maxima 28 na 20–22 v závislosti od veku detí, na základných školách v 1. ročníku z 29 na 22, v 2. až 4. ročníku z 34 na 25 a v 5. až 9. ročníku z 34 na 28. Na stredných školách sa počet žiakov v jednej triede znížil z pôvodných 34–38 na 30. Zaviedli sa nové pravidlá výučby cudzieho jazyka (prvý cudzí jazyk od 3. ročníka ZŠ, druhý od piateho ročníka), pričom angličtinu definuje ako povinný cudzí jazyk. Zrušili sa rôzne úrovne maturitných skúšok, zostala len jedna úroveň obtiažnosti. Bohužiaľ, matematika zostala nepovinným maturitným predmetom. Obmedzil sa počet žiakov prijímaných na osemročné gymnáziá (max 5 % populácie). Zaviedlo sa schvaľovanie a odporúčanie učebníc ministerstvom (učebnice sa školám poskytujú bezplatne). Zákon definuje aj kontinuálne vzdelávanie a možnosti kvalifikačného rastu učiteľov a ich odmeňovanie. Podrobnosti stanovuje vyhláška MŠVVaŠ SR č.445/2009.

V oblasti prírodných vied boli prioritami reformy aktívne poznávanie, orientácia na konceptuálne poznávanie, aktívna spätná väzba, motivácia pre prírodovedné vzdelávanie, využitie a rozvíjanie prvotných poznatkov žiakov do správnej podoby vlastnou poznávacou činnosťou. Hlavnou črtou reformy fyzikálneho vzdelávania je prechod od dôrazu na množstvo encyklopedických vedomostí k rozvíjaniu kompetencií žiakov. To znamená, prechod od výučby formou výkladu k experimentálnemu prístupu, formou aktívneho poznávania fyzikálnych javov žiakmi. Takýto postup si vyžaduje väčšie úsilie a pripravenosť od učiteľa, dostatok času a vhodné podmienky (delenie tried, dobré vybavenie kabinetov fyziky).

Súčasne s tým však školská reforma priniesla významnú redukciu počtu hodín venovaných prírodovedeckým predmetom. Na základných školách poklesol rozsah výučby fyziky na 150 hodín, pričom obsahová náplň predmetu bola tiež redukovaná. Podobne bol zmenšený počet hodín prírodovedných predmetov na gymnáziách. Tabuľka 1. udáva porovnanie počtu hodín týždenne pred a po reforme.

Predmet	1. ročník pred/po	2. ročník pred/po	3. ročník pred/po	4. ročník pred/po	spolu
fyzika	3/2	3/2	3/1	2/0	11/5
chémia	3/2	3/2	2/1	0/0	8/5
biológia	0/2	3/3	3/1	2/0	8/6
voliteľné hodiny	4/4	4/3	4/7	4/15	16/29

Tabuľka 1. porovnanie počtu hodín týždenne pred a po reforme 2008

Reforma definovala štátny vzdelávací program pre ZŠ a SŠ a stanovila, že školské vzdelávacie programy môžu až 30 % rozsahu venovať látke podľa uváženia samotnej školy. Voliteľné hodiny môže škola využiť na zavedenie nových predmetov, alebo na rozšírenie a prehĺbenie znalostí v stávajúcich predmetoch. Realita je taká, že väčšinu voliteľných hodín školy venujú jazykom a spoločenskovedným disciplinám, matematika a prírodovedné disciplíny zostávajú v pozadí záujmu. Školy pritom postupujú pragmaticky, školský vzdelávací program upravujú podľa požiadaviek žiakov a ich rodičov.

### Fyzikálne vzdelávanie

Bohužiaľ, na mnohých školách fyzika, hoci je jedným z rozhodujúcich predmetov pre rozvíjanie kompetencií na riešenie problémov a učenia sa žiakov, zohráva úlohu postihnúťeho predmetu. Požiadavky, ktoré štátny vzdelávací program kladie na spôsobilosti absolventa základnej školy, sú pri danom počte hodín len ťažko splniteľné.

Navrhovaných 150 hodín časovej dotácie len ťažko stačí na zvládnutie obsahu predmetu, aj keď redukovaného. ŠVP pre fyziku na ZŠ vymedzuje tematické okruhy[4]:

1. Skúmanie vlastností kvapalín, plynov a pevných telies
2. Správanie sa telies v kvapalinách a plynoch
3. Teplota. Skúmanie premien skupenstva látok
4. Teplo
5. Svetlo
6. Sila a pohyb. Práca. Energia
7. Magnetické a elektrické javy. Elektrický obvod.

Hlavnou metódou výučby fyziky by mala byť riadená i samostatná experimentálna činnosť žiakov, vedúca k tvorivému objavovaniu nových poznatkov. To je samozrejme možné len pri dostatočnej časovej dotácii a za podmienky, že triedy budú pri experimentálnej činnosti delené, aby pedagóg mal možnosť dostatočne efektívne pracovať s deťmi. Práve takáto experimentálna činnosť umožní absolventom ZŠ získať požadované kompetencie [4]:

- vedieť vysvetliť na primeranej úrovni prírodné javy v bezprostrednom okolí a vedieť navrhnúť metódy testovania hodnovernosti vysvetlení;
- rozvíjať schopnosti myslieť koncepčne, kreatívne, kriticky a analyticky;
- vedieť aplikovať logické postupy a kreativitu v skúmaní javov v bezprostrednom okolí;
- vedieť získavať, triediť, analyzovať a vyhodnocovať informácie z rozličných vedeckých a technologických informačných zdrojov;
- využívať informácie na riešenie problémov, efektívne rozhodnutia a pri rozličných činnostiach;
- vedieť rozlíšiť argumenty od osobných názorov, spoľahlivé od nespoľahlivých informácií;
- vedieť obhájiť vlastné rozhodnutia a postupy logickou argumentáciou založenou na dôkazoch;
- vedieť analyzovať vzájomné vzťahy medzi vedou, technikou a spoločnosťou.

Po piatich rokoch reformy musíme bohužiaľ konštatovať, že na mnohých školách sa triedy nedelia, na školách pretrváva nedostatok učebníc, mnohí učitelia nesprávne pochopili

zmysel reformy. Otvorenou otázkou ostáva reálnosť cieľov, ktoré si reforma vytýčila. Realita je taká, že drvivá väčšina absolventov základných škôl nezískala predpísané kompetencie.

Podobná situácia je aj na gymnáziách. Pred reformou bol rozsah fyziky 11 týždenných hodín, po reforme len 5. Ďalšie hodiny sú len vo forme voliteľnej fyziky, hlavne pre študentov, ktorí si vybrali fyziku ako maturitný predmet.

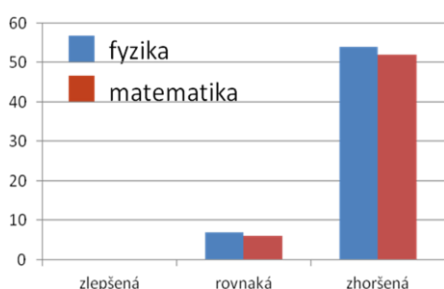
Štátny vzdelávací program predpisuje nasledovné tematické okruhy [5]:

1. Pozorovanie, meranie, experiment (4 + 40 hodín)
2. Sila a pohyb (18 hodín)
3. Energia okolo nás (18 hodín)
4. Elektrina a magnetizmus (20 hodín)
5. Vlastnosti kvapalín a plynov (15 hodín)
6. Periodické deje (15 hodín)
7. Elektromagnetické žiarenia a častice mikrosвета (20 hodín)

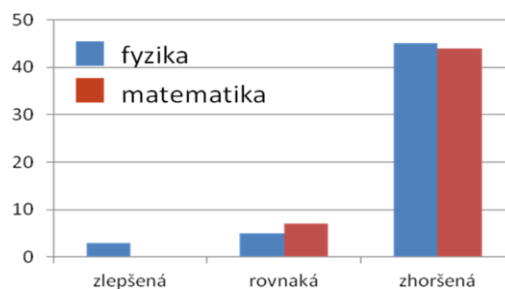
Podobne, ako na základných školách, aj tu je problém v delení tried, vybavení kabinetov fyziky a nedostatku učebníc. Pre nedostatok času sa mnohé témy preberajú po starom, servírovaním hotových poznatkov, a nie na základe experimentov.

### Priekum dopadov reformy

Po piatich rokoch od spustenia reformy prišli na vysoké školy prví reformovaní maturanti. Úroveň ich fyzikálnych znalostí a hlavne schopnosť tvorivo myslieť v porovnaní so stavom pred reformou sa nielenže nezlepšila, ale poklesla. Podľa prieskumu, vykonaného autorami v rámci riešenia grantovej úlohy KEGA 032KU-4/2012 (vyše 50 respondentov, učiteľov fyziky a vyše 50 respondentov, učiteľov matematiky na stredných školách), si viac ako 90 % stredoškolských učiteľov fyziky myslí, že úroveň žiakov, prichádzajúcich zo základných škôl, sa znížila (obr. 1.). Podobné výsledky ukázal prieskum medzi stredoškolskými učiteľmi matematiky. Na otázku o porovnaní úrovne absolventov stredných škôl pred a po reforme odpovedalo vyše 85 % učiteľov fyziky aj matematiky, že sa úroveň znalostí v ich predmete zhoršila (obr. 2). Podobný názor majú aj vysokoškolskí pedagógovia o úrovni záujemcov o vysokoškolské štúdium.



Obr. 1. Úroveň absolventov ZŠ



Obr. 2. Úroveň absolventov SŠ

Zníženie úrovne kognitívneho vývoja mládeže má aj ďalšie negatívne dôsledky. G. Pavlendová [6] upozornila na to, že kognitívny vývoj neovplyvňuje len porozumenie dieťaťa fyzikálnemu svetu, ale aj chápanie sveta sociálneho – porozumenie morálnym pravidlám a sociálnym konvenciam. Podľa Piageta a Kohlberga je pre rozvoj postkonvenčného morálneho usudzovania nevyhnutné dosiahnuť štádium formálnych operácií a schopnosť

abstraktného myslenia. Podľa Kohlbergových výskumov len asi 10–25 % dospelých dosiahne posledné štádium.

### Záver

Po uplynutí piatich rokov od zavedenia školskej reformy sa zdá, že reforma v oblasti fyzikálneho vzdelávania nespĺnila svoj cieľ. Príčin je určite viacero, ale hlavnú príčinu vidíme v tom, že učitelia mali málo času sa na reformu pripraviť, mnohí z nich sa vnútorne nestotožnili s názorom, že je nutné fyziku vyučovať formou aktívneho získavania poznatkov pomocou experimentovania, ktoré vykonávajú sami žiaci pod vedením učiteľa, a preto ich ľahko odradia objektívne ťažkosti (nedostatok učebníc, času, a pod.) a realizujú výučbu formou výkladu, tak ako v minulosti. Je tiež otázka, nakoľko reálne boli ciele reformy a či tieto ciele zodpovedajú možnostiam priemerného učiteľa.

Dobry učiteľ je kľúčovou postavou ovplyvňujúcou kvalitu a efektívnosť vzdelávania, preto prvoradou úlohou musí byť predovšetkým dôstojné morálne a finančné ocenenie takýchto učiteľov. Na školách treba vytvoriť podmienky pre delenie tried na všetkých hodinách, ktorých súčasťou sú experimenty (nielen na laboratórnych cvičeniach), podporovať moderné formy výučby, ako je problémovo orientované vyučovanie, projektové vyučovanie a podobne. Je treba zefektívniť systém ďalšieho vzdelávania učiteľov, využiť a propagovať skúsenosti dobrých inovatívnych učiteľov. Obmedziť zbytočné papierovanie a administratívu, znížiť úväzky, aby bolo viac času na prípravu. Je nevyhnutné zmeniť atmosféru v spoločnosti, aby sa viac cenili prírodné vedy.

### PodĎakovanie

Práca vznikla v rámci riešenia grantovej úlohy 032KU-4/2012 „Rozbor príčin nízkeho záujmu a neobľúbenosti predmetov matematika a fyzika na základných a stredných školách“. Autori si dovoľujú poďakovať grantovej agentúre KEGA za podporu.

### Literatúra

1. HORVÁTH, P. (editor) *Aktivity vo vyučovaní fyziky*. Zborník príspevkov zo seminára na Smrekovici 6.–8. septembra 2006. Vyd. Knižničné a edičné centrum FMFI UK, Bratislava, 2006.
2. Zákon o výchove a vzdelávaní z 22. mája 2008 č. 245/2008 Z.z.
3. BLAŠKO, M. *Aspekty školskej reformy*. Dostupné na World Wide Web: <<http://web.tuke.sk/kip/main.php?om=1300&res=low&menu=1310>>.
4. *Štátny vzdelávací program FYZIKA – ISCED 2*. Vyd. Štátny pedagogický ústav, Bratislava, 2009.
5. *Štátny vzdelávací program FYZIKA – ISCED 3*. Vyd. Štátny pedagogický ústav, Bratislava, 2009.
6. PAVLENDOVÁ, G. *Význam jednoduchých experimentov vo VŠ vzdelávaní*, In: Tvorivý učiteľ fyziky, Smolenice 2013, Zborník príspevkov. (v tlači).

### **Kontaktní adresa**

Prof. RNDr. Juraj Slabeycius, CSc.  
Pedagogická fakulta  
Katolícka univerzita v Ružomberku  
Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok  
Telefon: +421 905478457  
E-mail: juraj.slabeycius@ku.sk

### **Kontaktní adresa**

RNDr. Daniel Polčín, PhD.  
Pedagogická fakulta  
Katolícka univerzita v Ružomberku  
Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok  
Telefon: +421 907102508  
E-mail: daniel.polcin@ku.sk



### Handy-Videos im Physikunterricht

Gerhard RATH

#### Zusammenfassung

Mobiltelefone in Schulen sind derzeit ein kontroversielles Thema. Wie der Umgang mit ihnen zu regeln ist, wird intensiv diskutiert. In vielen Schulen sollen sie im Unterricht ausgeschaltet sein, manche verbieten Handys überhaupt.

Dabei sind diese elektronischen Geräte vor allem in Form der immer stärker aufkommenden Smartphones wahre Alleskönner und aus der Welt der Jugendlichen nicht mehr wegzu-denken. Daher sollen hier praxiserprobte Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie man Handys im Unterricht sinnvoll nutzen kann.

#### Was man mit Handys im Physikunterricht machen kann

Zuerst einmal kann die **Technologie der Mobiltelefone** selbst ein Thema des Physikunterrichts sein. Eine mögliche Aufgabe:

*Stelle dir vor, du telefonierst gerade mit einem Freund. Was passiert da eigentlich genau? Wie wird die Sprache von deinem zu seinem Handy und umgekehrt übertragen? Erstelle dazu eine Skizze, die den Weg der Übertragung darstellt!*

Es ist interessant zu sehen, wie sich Jugendliche diese Funktion vorstellen. Oft meinen sie anfangs, die Daten werden direkt von Handy zu Handy übertragen. Daran anknüpfend lassen sich elementare technische Verfahren wie das elektromagnetische Spektrum, Analog-Digital-Wandlung oder Modulation gewinnbringend einführen. Ein weiteres mit Mobiltelefonie verknüpftes Thema ist die Problematik des Elektrosmogs, also der Wirkungen elektromagnetischer Felder auf Menschen. Was bewirkt das Telefonieren mit Handys in unserem Körper? Bestehen Gefahren durch diese Strahlung? Wie gehen wir sinnvoll mit dieser Technologie um?

Eine zweite Möglichkeit ist die Nutzung von **Standardprogrammen**, die auf praktisch allen Handys vorhanden sind. So kann es als Taschenrechner, als Digitalkamera oder als Stoppuhr dienen.

**Smartphones** erweitern diese Möglichkeiten enorm, sie sind eigentlich Mini-Computer und Vielfachmessgeräte, digitale Schweizermesser sozusagen. Ihre Sensorik ist beeindruckend, zum Beispiel: Licht (Kamera), Schall (Mikrofon), Beschleunigung in drei Raumdimensionen, GPS, Magnetfeld in drei Raumdimensionen. Mit entsprechenden Programmen (Apps) kann man eine Reihe interessanter Messungen durchführen, etwa die Erfassung der Lautstärke (dB) im Schulgebäude. Das Themenheft Praxis der Naturwissenschaften „Physik mit Handy und Smartphone“ beschreibt einige Beispiele (1)

Diese Programme sind aber abhängig von der Plattform und vom Gerät (Android, Apple, Windows, ...). Sie sind also nicht einheitlich verfügbar und betonen soziale Unterschiede: Wer hat das modernere, das bessere Smartphone? Daher soll hier nicht weiter auf diese Möglichkeiten eingegangen werden.

### Warum Videos?

Die Video-Funktion ist praktisch auf allen Handys verfügbar, auch auf älteren Modellen. Diese erzeugen zwar Videos mit geringerer Auflösung, was aber den Vorteil von kleineren Dateigrößen mit sich bringt. Daher können alle Schüler selbst Filme produzieren, auch zu Hause.

Laut der jährlichen BITCOM Studie ist sie auch eine der von Jugendlichen am häufigsten genutzten Funktionen (2). Sie sind mit dem Medium an sich vertraut und beherrschen die Bedienung. Die Verwendung im Unterricht lässt also auf jeden Fall eine Steigerung der Motivation für das damit verbundene Thema erwarten.

Mit Videos wird im Physikunterricht schon lange gearbeitet, bisher aber meistens mit Videokameras oder mit fertigen, professionellen Filmen. Die eigenen Videos der Jugendlichen sind natürlich von der Qualität her schlechter, aber: Sie sind authentisch, sie kommen von ihnen selbst, sie sind direkt mit ihrer Lebenswelt verbunden. Damit haben wir die Chance, diese Lebenswelt in den Unterricht und die Physik in ihr Leben zu bringen.

Ein weiteres Ziel betrifft den sinnvollen Umgang mit Mobiltelefonen. Die Jugendlichen lernen Möglichkeiten ihrer Handys kennen, sie lernen zielgerichtet zu filmen und das Gesehene zu interpretieren. Dies betrifft vor allem Experimente, für deren Erfassung sich der multimediale Aspekt von Videos mit Bild, Ton und Zeitablauf besonders eignet.

Für Lehrkräfte eröffnen Videos ihrer Schüler einen Zugang zu Diagnose und Feedback. Über den fachlichen Lernstand hinaus werden kreative oder sprachliche Fähigkeiten sichtbar. Die dauerhafte Verfügbarkeit begünstigt entsprechende Einschätzungen und Rückmeldungen.

### Wir erklären Experimente

Schon 2007 begann *Eduard Schittelkopf* (Pädagogische Hochschule Steiermark) im Rahmen des Projekts *mobile@classroom* Handy-Videos im Physikunterricht einzusetzen (3). Die Schüler hatten den Auftrag, eigene Experimente am Schluss der Stunde als „I did IT“-Videos festzuhalten: Sie filmten sich selbst beim Erklären. Für dieses Projekt konnten Handys in Klassenstärke angeschafft werden, alle Schüler hatten also das gleiche Gerät. Die Fachhochschule Joanneum Graz richtete eine Lernplattform ein, auf welche die Schüler ihre Videos direkt hochladen konnten.

Ich ließ mich von dieser Idee inspirieren, begann aber gleich, die eigenen Handys der Schüler verwenden zu lassen. Allerdings müssen dann die Filme in oder nach der Stunde dem Lehrer zugänglich sein. Dazu verwende ich mehrere technische Kanäle, etwa Bluetooth (direkte Übertragung Handy Schüler – Handy Lehrer), dropbox oder e-mail. Jedenfalls haben die Schüler den Auftrag, mir noch am gleichen Tag ihre Videos zukommen zu lassen. Diese lade ich dann auf meinen YouTube Channel hoch, deklariere sie dort als „nicht gelistet“, das heißt: Sie sind nicht öffentlich, können nicht per Videosuche gefunden werden. Nur wenn man über den Link verfügt, sind sie abrufbar. Sodann verlinke ich alle Videos einer Klasse auf einer moodle Lernplattform, die von den Schülern mit ihrem Passwort benutzt werden kann. Damit sind vor der nächsten Stunde die Videos verfügbar. Die Lernplattform hat den Vorteil, Videos mit Texten, Bildern und Links kombinieren zu können. Über Foren ist es auch möglich, dass Schüler dort ihre Videos kommentieren oder interpretieren. (Abbildung 1)

# Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

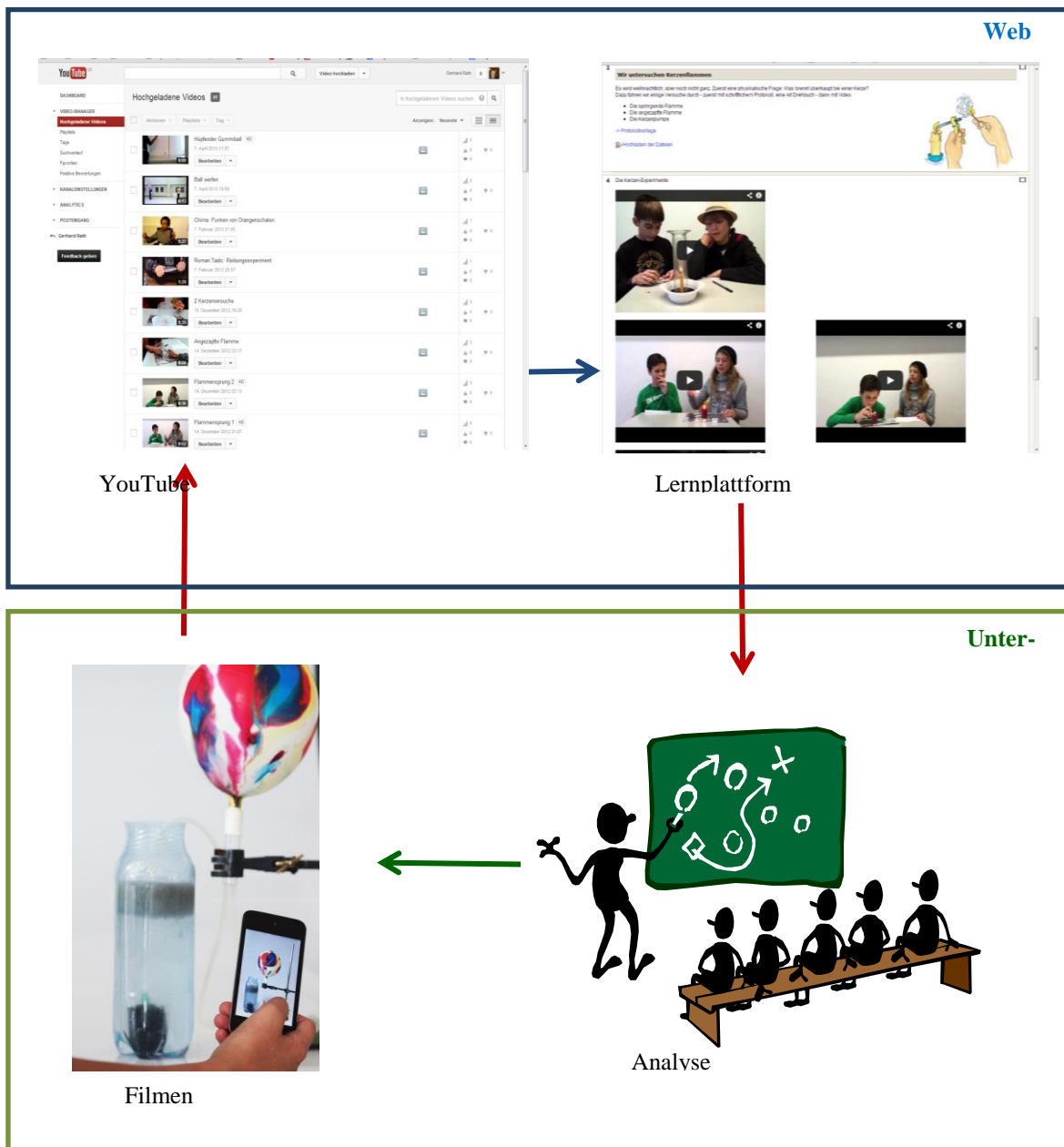


Abbildung 1: Videos von Experimenten. Feedback-Kreislauf. (Foto: Eduard Schittelkopf)

Soweit die technische Seite. Wie kann man aber in einer Klasse beginnen, Experimente zu filmen?

Wir starten mit einem eher einfach durchzuführenden Schülerversuch in Gruppen. Im Gespräch vor der Durchführung schlage ich eine Dokumentation mit Handy-Video (statt schriftlichem Protokoll) vor und begründe dies. Wichtig ist gleich die erste Regel: Wer möchte gefilmt werden? Es dürfen nur Personen zu sehen sein, die auch gefilmt werden wollen. Alternativ kann man auch nur das Experiment und die Hände filmen.

In der nächsten Stunde sehen wir die ersten Ergebnisse an, sie sind meistens enttäuschend: Die Filme sind zu lang, die Kamera wackelt, die Erklärungen gehen im Lärm unter... Wir besprechen, wie man dies verbessern könnte, daraus ergeben sich klare Regeln für das Filmen, die explizit festgehalten werden:

- Nur das Experiment filmen
- Einen neutralen Hintergrund verwenden
- Hintergrundlärm vermeiden
- Kurz und prägnant filmen (ca. eine Minute)
- Die Kamera ruhig halten

Es folgt der zweite Versuch mit einem anderen Experiment. Wegen des Klassenlärms ist es notwendig, einen weiteren Raum (oder auch Gang, Pausenhalle) für ruhiges Filmen verfügbar zu haben. Auch daher empfehlen sich einfachere Experimente mit transportablem Material.

Nach der zweiten Feedbackschleife ergeben sich weitere Verbesserungsmöglichkeiten. Die Schüler erkennen meist von selbst, dass für kompakte Erklärungen ein Drehbuch sinnvoll ist. Sie schreiben also schon während des Experiments die wichtigsten Sätze auf und machen eine Probe ohne Kamera. Wichtig ist auch der Muster-Ablauf:

1. Wie heißt das Experiment? Worum geht es? Was ist die Frage?
2. Zeigen der Anordnung, was sieht man?
3. Durchführen des Experiments.
4. Erklären, Antwort auf die Frage.

Statt der Zoom-Funktion geht man einfach mit dem Handy nahe an das Versuchsobjekt heran oder hält umgekehrt dieses nahe zum Handy. Vorteilhaft sind auch kurze Texte (z.B. eine Formel, die Namen der Gruppenmitglieder), die man schon groß auf ein Blatt Papier geschrieben hat, das man passend in die Kamera hält.

Ein Beispiel einer solchen Folge zeigt der Kurs „Experimente zur Wärmelehre“ der 3.c-Klasse des BRG Kepler Graz: <http://www4.edumoodle.at/physiklernen/course/view.php?id=89> (für Gäste frei). Er zeigt, wie sich die Kompetenzen der Schüler entwickeln. Genauer zum Filmen von Experimenten findet sich im Artikel *Mobile@classroom* (4).

### Videoanalyse 1: Geschwindigkeitspfeile (Unterstufe)

Das *Münchener Mechanik Konzept* begegnet Lernschwierigkeiten im Anfangsunterricht über Mechanik durch die Konzentration auf zweidimensionale Bewegungen, also zum Beispiel geworfene Bälle (5). Die Geschwindigkeit wird von Anfang an als Pfeil eingeführt, die Änderung der Richtung oder Größe benötigt eine Kraft. In diesem Konzept spielt Videoanalyse eine wichtige Rolle, denn Videos bieten eine bekannte Zeitauflösung. So sehen wir die Bewegung Schritt für Schritt und können die Geschwindigkeit als Pfeil einzeichnen.



Abb. 2: Die Spur eines Balls

Es ist sinnvoll, nicht gleich mit eigenen Videos zu beginnen. Die Grundidee lässt sich besser mit händischer Analyse von Spur-Aufnahmen zeigen, also mit Ausdrucken von Videos, wo das bewegte Objekt in gleichen Zeitschritten abgebildet ist (Abb. 2). Es sollte auch der Umgang mit einem Videoanalyse-Programm gelernt werden, am besten mit einem vorgegebenen Video, an dem man die Technik üben kann. Ich verwende das Programm EVA aus dem Buch von Michael Suleder (6), es gibt aber freie Programme im Internet, z.B. Tracker (7).

Dann kann es ans Herstellen eigener Filme gehen. Dieses braucht einige zusätzliche Regeln:

- Die ganze Bewegung muss auf dem Film sein
- Die Kamera muss fixiert sein, kein Zoom
- Die Ebene der Kamera muss zur Ebene der Bewegung parallel sein
- Wir brauchen einen sichtbaren Maßstab in der Ebene der Bewegung.



Abb. 3: Filmen eines Pendels

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

Wenn dann eigene Videos gemacht wurden, müssen diese meist konvertiert werden (z.B. .avi), was am besten zentral erfolgt. Ob die Auswertung (Pfeile zeichnen, messen, ...) händisch oder in einer Textverarbeitung erfolgt, hängt von den IT-Kompetenzen der Schüler ab.

*Auswertung:* Zuerst werden die Positionen zu gleichen Zeiten (in Abb. 4 eine Sechstel Sekunde) mit Pfeilen verbunden.

*Wo ist der Ball am schnellsten, wo ist er am langsamsten? Wie ändert sich seine Geschwindigkeit? Wie groß ist sie?*



Abb. 4: Geschwindigkeitspfeile

Mit einem bekannten Maßstab (z.B. die Größe des Schülers) lässt sich die reale Länge der Pfeile bestimmen und damit die Geschwindigkeit des Balles.

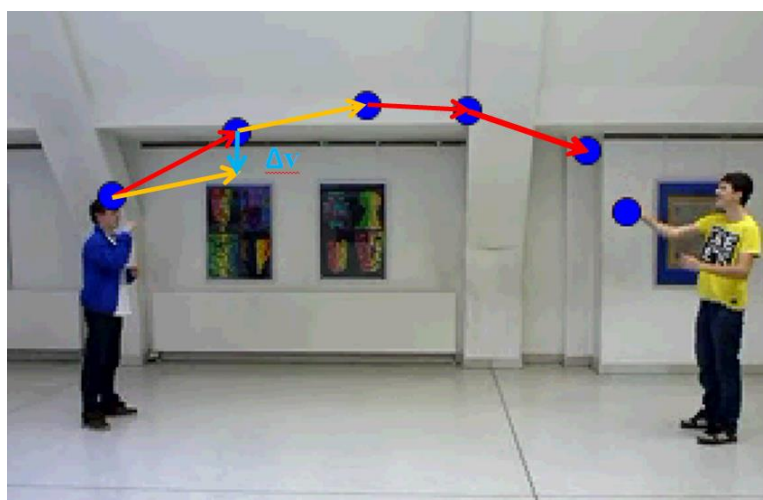


Abb. 5: Geschwindigkeitsänderung

Mit einer einfachen Konstruktion (Verschieben der Pfeile) ermitteln wir die *Änderung der Geschwindigkeit*  $\Delta v$ , die auch die Richtung der Beschleunigung und Kraft anzeigt. Dies ist eine Vorstufe zur Arbeit mit Vektoren, auf die ich hier aber nicht eingehen möchte.

## Videoanalyse 2: Modellieren von Bewegungen (Oberstufe)

Die Zeit/Ort-Daten, die man aus Videos erhält, ermöglichen auch das Erstellen von Bewegungsdiagrammen. Für einen hüpfenden Gummiball ist dies in Abb. 6 dargestellt:

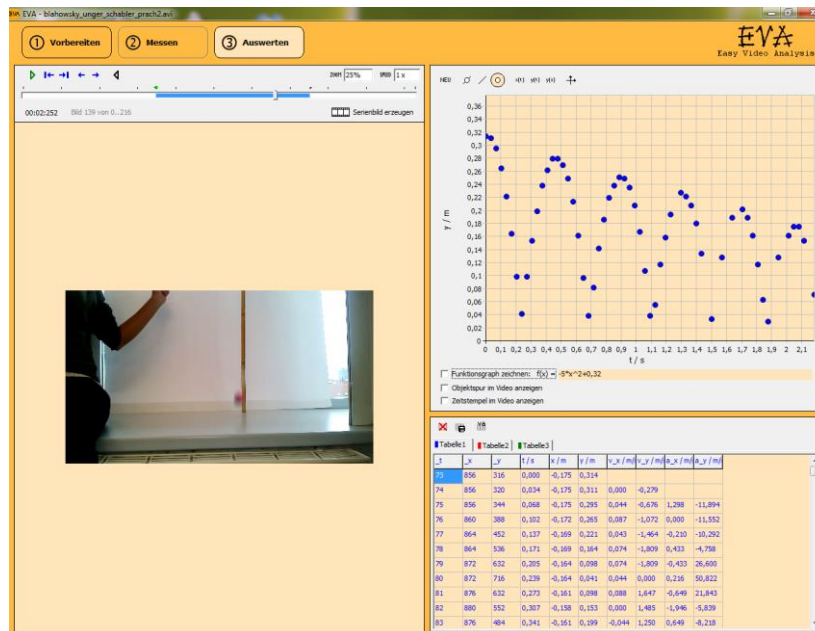


Abb 6: Videoanalyse eines hüpfenden Gummiballs.

Die Daten lassen sich exportieren und in einer Tabellenkalkulation weiter bearbeiten. In Abb. 7 wurde ein Modell der Abnahme der Sprunghöhe erstellt.

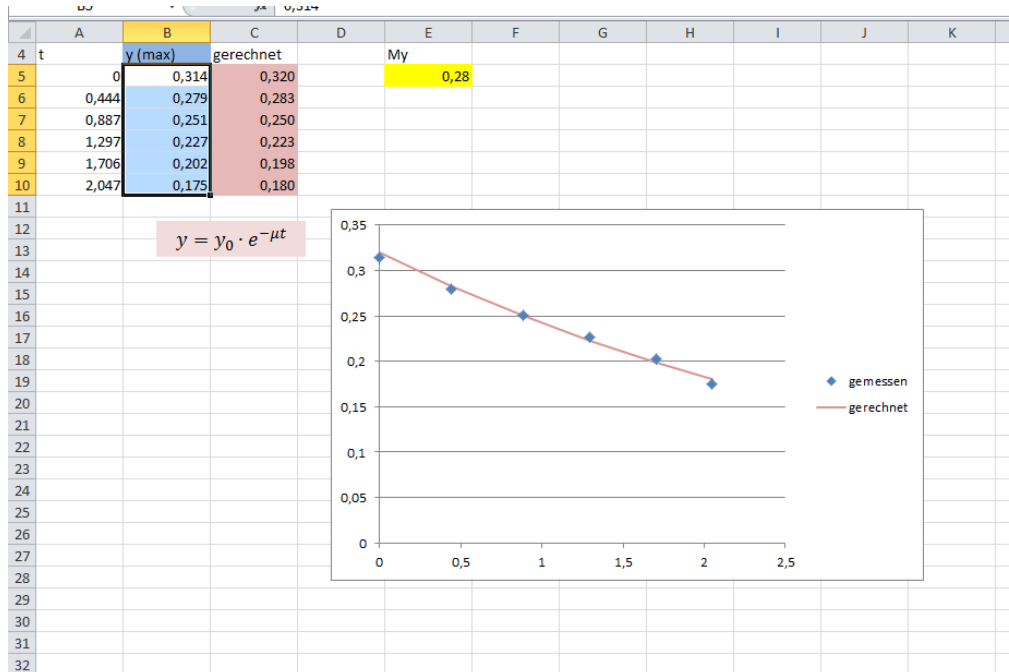


Abb. 7: Vergleich von gerechneten mit gemessenen Daten.

Mit dieser Modellierung haben wir eine typische wissenschaftliche Vorgangsweise im Kleinen nachvollzogen. Wir haben aus einem Vorgang Daten gewonnen und diese dann am Computer mit einem mathematischen Modell verglichen. Wenn der Vorgang eine alltägliche

Bewegung ist und die Aufnahme der Daten mit dem eigenen Handy erfolgt, konnten die Lebenswelt der Schüler erfolgreich in den Physikunterricht einbezogen werden.

Dort zeigen sich aber auch die Grenzen dieser Methode. Schon bei Fallbewegungen reicht die zeitliche Auflösung der Handycamera (meist 30 frames pro Sekunde) nicht mehr aus, das Bild verschmiert sich, es wird unscharf. Andererseits drängt sich dadurch eine Fehleranalyse auf, auch ein wichtiges wissenschaftliches Verfahren.

### Ausblick

Schon allein die Videofunktion von Mobiltelefonen zeigt eine Reihe von Möglichkeiten für den Physikunterricht. Mit der weiteren Verbreitung von Smartphones und Tablets wird die Videoanalyse einfacher werden, da man sie dann in Form entsprechender Apps ohne PC direkt am Mobilgerät durchführen kann (8). Dann wird auch das Smartphone als vielseitiges Messgerät allgemein interessant. Es müsste jedoch durch empirische Untersuchungen belegt werden, inwieweit sich die Motivation und der Einbezug der Lebenswelt in Form von Lerneffekten der Schüler niederschlägt.

### Quellen

1. Physik mit Handy und Smartphone (2011). Praxis der Naturwissenschaften Physik 7/60, Aulis-Verlag.
2. BITKOM. Jugend 2.0. Eine repräsentative Untersuchung zum Internetverhalten von 10- bis 18-jährigen. Berlin 2011.  
Quelle: [http://www.bitkom.org/de/publikationen/38338\\_66711.aspx](http://www.bitkom.org/de/publikationen/38338_66711.aspx) (21. 5. 2013)
3. Projekt mobile@classroom: <http://virtuelleschule.bmukk.gv.at/projekte-national/ikt-projekte-visat/mobile-classroom/> 2007. (21. 5. 2013)
4. Rath G., Schittelkopf E (2011).: Mobile@classroom. Handyclips im Physikunterricht. In: Praxis der Naturwissenschaften Physik 7/60, S. 12
5. Münchener Mechanik Konzept [http://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/archiv/inhalt\\_materialien/mechanikkonzept/index.html](http://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/archiv/inhalt_materialien/mechanikkonzept/index.html) (21. 5. 2013)
6. Suleder, M. (2010): Videoanalyse und Physikunterricht. Aulis-Verlag Köln.
7. Tracker: <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/> (21.5.2013)
8. Video Physics for iPad, iPhone and iPod touch:  
<http://www.vernier.com/products/software/video-physics/> (21.5.2013)

### Kontaktadresse

Mag. Dr. Gerhard Rath  
Karl-Franzens-Universität Graz  
Universitätsplatz 3, 8010 Graz  
Telefon: +433 16380-0  
E-mail: [gerhard.rath@uni-graz.at](mailto:gerhard.rath@uni-graz.at)



### Náboje a kapacita – jednoduché pokusy pro rozvoj fyzikálního porozumění

Leoš DVOŘÁK

#### Abstrakt

V dílně si účastníci vyzkoušeli, případně sledovali jednoduché pokusy z oblasti elektrostatiky zaměřené jednak na vzájemné působení nabitých těles a jednak na vybudování pojmu kapacita od kvalitativních ukázek až po kvantitativní měření. Písemná forma příspěvku stručně připomene některé pokusy a uvede odkazy, kde jsou blíže popsány.

### Charges and capacity – simple experiments to develop physics understanding

#### Abstract

In the workshop the participants could try or see simple electrostatics experiments aimed at interaction of charged bodies and building the concept of capacity. The experiments ranged from simple qualitative ones to quantitative measurements. In this article, some of these experiments are briefly mentioned and links to papers where the experiments are described in greater details are presented.

#### Úvod

Dílna byla ukázkou a přehledem sady experimentů, které byly většinou popsány již dříve v různých článcích a příspěvcích [1–7]. Některé z nich jsou volně dostupné na internetu; pro čtenáře může být zajímavá zejména publikace [1]. V následujícím přehledu spíše stručně připomeneme pokusy předváděné na dílně a nastíníme některé možnosti jejich využití ve výuce. Pokusy můžeme rozdělit na dvě skupiny. První můžeme trochu volně nazvat „**Elektrostatika s brčky**“, další skupina bude věnována kapacitě.

#### Nabitá brčka se přitahují ke stěně či jinému povrchu.

Většinu plastových brček můžeme nabít třením, například kapesníkem. Dobře se hodí papírové kapesníky. Pokusy dobře vycházejí s novými kapesníky vyndanými z balíčku; předem je třeba vyzkoušet, zda brčka, která máme, se dobře nabíjejí.

Nabitá brčka se přitahují ke stěnám, k lavicím, stolům, ale i ke kovovým předmětům. To, že drží na vodičích, může působit na první pohled překvapivě. Je ale jasné, že záporně nabitá brčka si elektrostatickou indukci přitáhne ze vzdálených částí kladný náboj, k němuž je přitahováno. Protože je dobrým izolantem, náboje na těch jeho částech, které se přímo nedotýkají kovu, se nevybijí.

Uvedený experiment je pro žáky dobrou motivací – zkoušejí, na kterých předmětech brčko drží, mohou sledovat, jak dlouho na stěně či jiném povrchu vydrží (může to být i doba řádu dnů!), apod. Na úvodní úrovni není nutno vysvětlovat, proč se brčko ke stěně přitahuje (mluvit

o polarizaci v úvodu elektrostatiky by bylo příliš), stačí, že jednoduché úvodní pozorování ukazuje na existenci přitažlivých sil.

### Nabitá brčka se vzájemně odpuzují

Dvě nabitá brčka nabijeme třením a držíme je za konce, jen lehce ve dvou prstech, každé brčko v jedné ruce. Přiblížíme-li brčka k sobě, cítíme, že se odpuzují. (Sílu v prstech jasně cítíme i díky tomu, že brčka působí jako páky: síla elektrostatického odpuzování působí na delším rameni, prsty drží brčka jen na krátkém rameni.)

Opět jde o zcela základní pozorování: síly mezi nabitými předměty mohou být i odpudivé.

### Jednoduché indikátory elektrického pole

Elektrostatické pole, resp. blízkost elektrických nábojů lze indikovat jednoduchými zařízeními, využívajícími rovněž plastová brčka. Stačí propíchnout brčko špendlíkem, aby se mohlo otáčet, jeden jeho konec nabít třením – a poměrně citlivý indikátor je hotov. Jinou možností je dát brčko na „lodičku“ z plastového kalíšku. Lépe než slovní popis to ukážou fotografie, které se však do tohoto příspěvku nevejdou; zájemce můžeme odkázat na obrázky 4 až 7 ve volně přístupném článku [4].

### Odhad velikosti náboje na nabitém brčku

Všichni jsme se v hodinách fyziky učili, že jednotkou náboje je 1 coulomb, málokdo však máme představu, jaká je například velikost náboje na příslovečné ebonitové tyči zelektrované třením liščíím ohonem. Nebo na plastovém brčku nabitým třením papírovým kapesníkem. I učitelé fyziky a účastníci konferencí o fyzikálním vzdělávání, pokud je necháme odhadnout velikost náboje na brčku, se ve svých odhadech často liší o mnoho řádů, od desítek či stovek pC až po milicoulomby.

Na odhad velikosti náboje prostě nemáme zkušenost a „fyzikální cit“. Představme si, že podobně bychom s rozptylem více než šesti řádů odhadovali délky. To bychom délku brčka odhadovali od zlomků milimetru až po skoro kilometr! Laikové občas zkusí jako odhad říct i jednotky coulombů. To je dobrá příležitost komentovat velikost členu  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$  v Coulombově zákoně: Dva náboje o velikosti 1 C vzdálené 1 m by se odpuzovaly silou téměř  $10^{10}$  N, což odpovídá tíze miliónu tun. To by asi neudržel ani Superman...

S využitím Coulombova zákona lze ale náboje na brčkách docela dobře přibližně určit. Stačí nabitá brčka držet nad sebou tak, aby tíha horního brčka byla vyvážena silou elektrostatického odpuzování. (Brčka držíme vodorovně, horní jen velmi lehce, viz obr. 3 v [4], jejich vzdálenost  $r$  je obvykle několik cm.) Považujeme-li náboje brček za přibližně stejné (označíme je  $Q$ ), je odpudivá síla podle Coulombova zákona  $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q^2}{r^2}$ . V našem případě je rovna  $mg$ , kde  $m$  je hmotnost brčka (cca 0,5 g, lze změřit malými digitálními váhami). Odsud už lze vypočítat  $Q$ .

Samozřejmě, náš odhad je jistě velmi nepřesný: brčka přece nejsou bodové náboje! Přesnější výpočet, který se do tohoto příspěvku nevejde, však ukáže, že chyba, kterou dělá-

me, není řádová. (Zde uvedený přibližný výpočet vede k podcenění hodnoty náboje, skutečná hodnota však obvykle není více než dvojnásobkem našeho odhadu.)

A jak velký náboj je na brčku zeledrovaném třením? Desítky nanocoulombů. Na větší plastové tyči může být náboj až stovky nC.

### Indikátor s bipolárními tranzistory

Polovodičové indikátory elektrostatického pole obvykle využívají tranzistory řízené polem. Proto může být trochu překvapivé, že jednoduchý elektrostatický indikátor lze postavit se dvěma či třemi běžnými bipolárními tranzistory, např. typu BC547C, resp. BC337. Tento typ indikátoru byl popsán již v příspěvku [5] na Veletrhu nápadů učitelů fyziky. Podrobnější popis indikátoru, jeho vlastností a pokusů s ním lze najít v článkách [6] a [7], jednoduchou variantu se dvěma tranzistory a LED pak v kapitole 3.1.4 publikace [1]. Tento indikátor je také velmi vděčnou konstrukcí, kterou si mohou sami vyrobit učitelé i žáci, viz [8].

Poznamenejme, že daný přístroj ve skutečnosti indikuje malé proudy přicházející do vstupní elektrody. Neindikuje tedy samotné elektrické pole, ale jeho změny. Například změny, které působí nabitá tyč, kterou přibližujeme a zase vzdalujeme od vstupní elektrody. Pohyb větší plastové tyče lze indikovat na vzdálenost přes jeden metr.

### Pokusy týkající se kapacity

Cílem následujících pokusů je spíše intuitivně vybudovat pojem kapacita a seznámit se s kondenzátorem a jeho vlastnostmi.

### Velká a malá plechovka

Velkou a malou plechovku postavíme vedle sebe na izolační podložky a propojíme kouskem vodiče. Malá plechovka může být např. od kondenzovaného mléka, velká plechovka by měla mít rozměry řádu desítek cm, takové lze získat např. ve školní kuchyni. Izolačními podložkami mohou být např. plastové kelímky. Vodič, např. kousek drátu, jen lehce položíme na plechovky shora, abychom ho mohli snadno odstranit, např. plastovým brčkem, a plechovky přitom nevybít.

Spojené plechovky nabijeme na vysoké napětí. Ideálním zdrojem je školní zdroj vysokého napětí, který dává 10 kV i více. Pokud jej nemáme, lze plechovky nabít i větší plastovou tyčí.

Plechovky nabijeme a odstraníme vodič, který je spojoval. Pak požádáme dobrovolníka (žáka či studenta), aby si nejprve sáhl na malou, a poté na velkou plechovku. Od malé plechovky dostane malou, někdy téměř neznatelnou „ránu“, od velké plechovky ránu výrazně citelnější. Obě plechovky byly spojené – pokud už žáci znají pojem napětí, můžeme říci, že na obou plechovkách bylo stejné napětí vůči zemi (případně na vyšší úrovni lze použít i termín potenciál). Protože ale větší plechovka dala větší ránu, evidentně na ní „něčeho“ bylo víc. Pro ono „něco“ jsme zřejmě už dříve použili termín náboj. Větší plechovka má tedy vyšší schopnost – vyšší kapacitu – pojmout při stejném napětí více náboje. Kvalitativně jsme tedy dospěli k pojmu kapacita a snad pro to získali i trochu fyzikální cit.

Odhadovat množství náboje pomocí toho, jak velkou ránu pocítíme, když se nabitá plechovky dotkneme, může vypadat velmi nefyzikálně. Kupodivu ale tuto metodu již v historii nejméně jeden fyzik využil, a to nikdo menší než Henry Cavendish – viz velmi zajímavý

článek [9]. (Cavendish tímto způsobem neodhadoval náboj, ale proud, a objevil tak dlouho před G. S. Ohmem vztah, který dnes známe jako Ohmův zákon.)

### Kondenzátor má větší kapacitu než izolovaný vodič podobných rozměrů

Na vnější povrch plastového kelímku nalepíme alobal. (Lze jej přilepit izolepou, dno můžeme nechat nepolepené.) Do druhého kelímku vlepíme alobal na vnitřní povrch, kousek alobalu necháme přečnívat ven jako vývod. Pokud nabijeme z VN zdroje jen jeden polepený kelímek stojící na izolované podložce, dostaneme při dotyku jen malou ránu, případně, při vybití vůči zemi (uzemněním může být např. kolík zásuvky), přeskočí jen malá jiskřička. Vsuneme-li kelímky do sebe, vzniknou dvě elektrody oddělené dielektrikem – vytvořili jsme kondenzátor. Po nabití VN zdrojem na 5 nebo 10 kV a odpojení zdroje při vybití přeskočí výrazná jiskra a je slyšet „prásknutí“. Je zřejmé, že kondenzátor nashromáždil mnohem větší množství náboje, má tedy podstatně větší kapacitu, než izolovaný vodič. (Poznámka: Zde už je na místě určitá opatrnost: vybíjet kondenzátor rukama dá velmi citelnou ránu a rozhodně by tento pokus neměli provádět jedinci lekávi, se slabším srdcem a už vůbec ne jedinci s kardiostimulátorem nebo podobnými pomůckami! Ty bychom vůbec měli z podobných elektrostatických pokusů vyloučit.)

### Vybíjení různých kondenzátorů do LED

Jde o kvalitativní pokus. Několik různých kondenzátorů (např. 4,7  $\mu\text{F}$ , 47  $\mu\text{F}$ , 470  $\mu\text{F}$  a 4,7 mF) nabitých z malé baterie 9 V necháme postupně vybíjet přes rezistor o odporu 390  $\Omega$  (může být v rozsahu asi 330 až 470  $\Omega$ ). S kondenzátory o menších kapacitách LED blikne krátce, při větší kapacitě je svit výrazně delší. Pokus lze využít k diskusi o souvislosti náboje s proudem: na větším kondenzátoru je větší náboj, ten vydrží protékat LEDkou delší dobu. (Podrobněji viz kap. 3.4.4 v [1].)

### Postupné přidávání náboje do kondenzátoru

Ke kondenzátoru 10  $\mu\text{F}$  připojíme paralelně voltmetr (multimetr); kondenzátor vybijeme. Voltmetr samozřejmě ukazuje nulové napětí.

Kondenzátor 0,1  $\mu\text{F}$  nabijeme baterií 9 V a vybijeme jej do kondenzátoru 10  $\mu\text{F}$ . Nabití „malého kondenzátoru“ a jeho vybití do „velkého“ opakujeme a sledujeme napětí na voltmetru. Napětí roste v každém kroku vždy asi o 90 mV.

Interpretace: „Malý“ kondenzátor je z baterie nabit vždy na stejný náboj a prakticky celý tento náboj odevzdá do „velkého“ kondenzátoru. Pokus ukazuje, že napětí na velkém kondenzátoru je přímo úměrné počtu kroků – tedy přímo úměrné dodanému náboji. Z pokusu tedy vyplývá, že napětí na kondenzátoru je přímo úměrné náboji na něm:  $U = k \cdot Q$ . Pak už

se stačí dohodnout, že konstantu  $k$  budeme označovat jako  $\frac{1}{C}$  a získáme známý vzorec

$$Q = C \cdot U.$$

Technické poznámky: Je potřeba použít multimetr s dostatečně vysokým vstupním odporem. Běžné multimetry, kromě nejlevnějších, mají vstupní odpor 10 M $\Omega$ , což vyhoví, pokud opakované přivádění náboje provádíme dosti rychle. (Za 1 s napětí na velkém kondenzátoru poklesne asi o 1 %. Pokud chceme chyby zmenšit, lze použít kondenzátory vyšších kapacit.) Dále je jasné, že přímá úměrnost mezi počtem kroků a napětím na kondenzátoru platí

(přibližně) jen pro malý počet kroků, kdy napětí na větším kondenzátoru je dost nízké. Podrobněji viz kap. 3.4.3 v [1]

### Jakou má kdo kapacitu? (Měření náboje na plechovkách a na člověku)

K následujícímu napětí potřebujeme VN zdroj o známém napětí (např. 10 kV) a měřič náboje. Plechovku umístěnou na izolované podložce nabijeme napětím  $U$  (např. 10 kV) proti zemi, pak VN zdroj odpojíme a změříme náboj  $Q$  na plechovce. Kapacitu plechovky (coby izolovaného vodiče) určíme ze vztahu  $C = \frac{Q}{U}$ . Pro malou plechovku vychází kapacita několik pikofaradů, pro velkou plechovku až kolem 20 pF. Zde můžeme pro zajímavost připomenout, že historicky se kapacita měřila v centimetrech, že kapacita osamocené koule o poloměru 1 cm je asi 1,1 pF a obecně je kapacita koule úměrná jejímu poloměru. Plechovka sice není koule, ale závislost na rozměrech lze očekávat zhruba stejnou.

Atraktivním experimentem je změřit kapacitu člověka stojícího na izolační podložce. Provedeme to stejně jako s plechovkou: člověka nabijeme z VN zdroje, změříme jeho náboj a vypočteme jeho kapacitu. Bývá asi 80 až 100 pF; můžeme přitom diskutovat, „kdo je větší kapacita“.

### Jiná možnost, jak měřit kapacitu člověka

Poznamenejme, že kapacitu člověka je možno měřit i pomocí střídavého proudu. Zdrojem napětí může být například školní transformátor s výstupem 12 V. Jeden jeho vývod uzemníme, jeden přes rezistor  $R$  o odporu např. 1 M $\Omega$  přivedeme na člověka stojícího na izolační podložce. K rezistoru paralelně připojíme multimetr a měříme střídavé napětí na  $R$ . Tím určíme proud a z něj a známého napětí zdroje impedanci člověka při frekvenci 50 Hz. Z impedance pak už jednoduše určíme kapacitu.

### Závěr

Výše uvedené stručné popisy pokusy spíše jen nastínily. Přesto doufám, že spolu s literaturou [1–8] mohou být pro výuku na různých stupních škol vhodnou inspirací.

### Literatura

1. DVOŘÁK L., ŠABATKA Z., KOUDELKOVÁ V., DVOŘÁKOVÁ I. Náboje, proudy, elektrické obvody, P3K Praha, 2012, 60 s., ISBN 978-80-87186-78-7. Dostupné na World Wide Web: <<http://kdf.mff.cuni.cz/projekty/oppa/naboje.pdf>>.
2. DVOŘÁK L. Náboje kam se podíváš. In.: Dílny Heuréky 2009-2010. Sborník konferencí projektu Heuréka (Náchod, 2.–4. 10. 2009, 1.–3. 10. 2010). Editoři: L. Dvořák, I. Dvořáková, V. Koudelková. Prometheus, Praha 2011. ISBN 978-80-7196-424-7. s. 13–33.
3. DVOŘÁK L. Kondenzátory a cívky. In: Dílny Heuréky 2011. Sborník konference projektu Heuréka (Náchod, 30. 9. – 2. 10. 2011). Editoři: L. Dvořák, I. Dvořáková, V. Koudelková. Prometheus, Praha 2011. ISBN 978-80-7196-426-1. s. 19–42.
4. DVOŘÁK L. Low-cost electrostatic experiments. Latin American Journal of Physics Education, Volume 6, Suppl. I, August 2012, 153–158. Dostupné na World Wide Web: <[http://www.lajpe.org/icpe2011/28\\_Leos\\_Dvorak.pdf](http://www.lajpe.org/icpe2011/28_Leos_Dvorak.pdf)>.

5. DVOŘÁK L Netradiční měřicí přístroje 2: Indikátor malých proudů In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 7. Prometheus, Praha, 2002, s. 143–148. Dostupné na World Wide Web: <[http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/pdf/07-03-Dvorak\\_L.pdf](http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/pdf/07-03-Dvorak_L.pdf)>.
6. DVOŘÁK L Bipolar transistors can detect charge in electrostatic experiments Phys. Educ. 47 (2012), p. 434–438.
7. DVOŘÁK L, PLANINŠIČ G. Experiments with charge indicator based on bipolar transistors Phys. Educ. 47 (2012), p. 721–727.
8. DVOŘÁK L. Polovodiče a jejich aplikace, P3K Praha, 2012, 44 s., ISBN 978-80-87186-83-1. Dostupné na World Wide Web: <<http://kdf.mff.cuni.cz/projekty/oppa/polovodice.pdf>>
9. STEPHENSON R. J. The Electrical Researches of the Hon. Henry Cavendish, F. R. S. The American Physics Teacher (Am. J. Phys.) 6 (No. 2, April 1938), p. 55–58.

### Kontaktní adresa

doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

katedra didaktiky fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta UK v Praze

V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8

Telefon: +420 221 922 409

E-mail: leos.dvorak@mff.cuni.cz

### Lodička v bazénku – laboratorní práce

Irena DVORÁKOVÁ

#### Abstrakt

V příspěvku je uveden námět na laboratorní práci věnovanou aplikaci Archimédova zákona v praxi. Základní principem této laboratorní práce je to, že po zadání úkolu studenti pracují samostatně a správnost svého řešení si kontrolují pomocí experimentu.

### Boat in the pool – lab work

#### Abstract

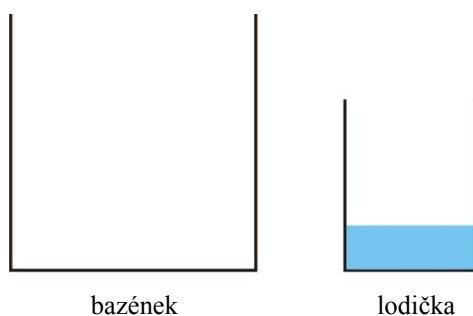
This lab work is focused on using Archimedes law in a new situation. The main goal of this lab is to give students a problem, which they can verify using real experiments.

#### Úvod

Laboratorní práce z fyziky dříve bývaly běžnou součástí výuky fyziky jak na základních, tak na středních školách. V současné době již nejsou povinnou součástí školních vzdělávacích programů a učitelé je často z různých důvodů do své výuky nezařazují. Naštěstí mi podmínky na škole, kde učím, dovolují laboratorní práce pro žáky 8. a 9. ročníku jednou za dva týdny mít (v půlené třídě). Vzhledem k tomu, že při výuce podle projektu Heuréka vedu žáky k samostatnému řešení problémů, k rozvoji jejich myšlení, snažila jsem se najít či vytvořit takové laboratorní úlohy, které budou vědecké myšlení žáků rozvíjet. Uvedená laboratorní práce podle mého názoru tyto podmínky splňuje.

#### Zadání úkolu

Žáci pracují ve skupinách po dvou, na práci mají dvě vyučovací hodiny. Každá skupina dostane dvě kádinky různého průměru (skupiny mají odlišné kádinky). Kádinky jsou voleny tak, aby se menší z nich, ve které je trochu vody („lodička“), vešla do větší kádinky („bazénku“). Voda v lodičce funguje pouze jako zátěž, žáci ji nesmějí vylévat. Prostě kádinka s vodou představuje lodičku (viz obr. 1). Do bazénku nesmějí žáci v průběhu řešení nalít vodu (aby museli k výsledku skutečně dojít výpočtem). Žáci mají k dispozici digitální váhy, posuvné měřidlo a pravítko.



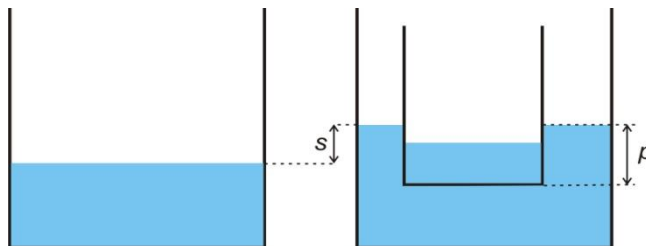
Obr. 1

Úkol:

1. Pro danou „lodičku“ a daný „bazének“ vypočítej:

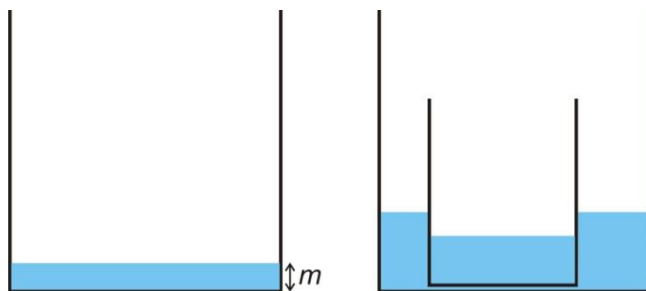
a) ponor lodičky (v obr. 2 označeno písmenem  $p$ )

b) o kolik cm stoupne voda v bazénku po ponoření lodičky (v obr. 2 označeno písmenem  $s$ )



Obr. 2

c) jaké musí být minimální množství vody v bazénku (v cm), aby lodička plavala (v obr. 3 označeno písmenem  $m$ ). Při výpočtu nesmíš použít hodnotu  $s$ , získanou v předchozím úkolu.



Obr. 3

2. Správnost výpočtu ověř experimentem.

3. Najdi vztah mezi hodnotami  $p$ ,  $s$  a  $m$ . Zdůvodni tento vztah.

### Komentáře k úloze

Žáci obvykle nemívají problémy s řešením první části. Znájí-li Archimédův zákon, rychle si uvědomí, že tíha lodičky se rovná tíze vody lodičkou vytlačené (jinými slovy tedy tíze vody v „díře po tělese“) a ponor lodičky spočítají.

Dospěje-li některá skupina k výsledku, přijdou žáci ke mně, řeknou mi očekávanou hodnotu, nalijí si vodu do bazénku, ponoří lodičku a já změřím, zda výsledek odpovídá skutečnosti. Pokud ano, mohou pokračovat dál, pokud ne (toleranci nechávám zhruba půl centimetru), hledají, v čem udělali chybu.

Druhý úkol (změna výšky vody v bazénku) je mnohem náročnější. Často žáci chybují v tom, že si představují, jako kdyby se voda po vložení lodičky rozlévala pouze do prostoru mezi kádinkami, nikoliv do plochy celého bazénku. Návodné otázky pro žáky směřují k tomu, aby si žáci vyjádřili množství vody v bazénku bez lodičky a s ní, a tyto hodnoty dali do rovnosti.

Ve třetí části úkolu žáci musí naopak uvažovat, že tentokrát je voda opravdu pouze v prostoru mezi kádinkami.



Stejně jako výsledek první části, tak i druhou a třetí část úkolu žáci kontrolují pomocí experimentu.

Žáci často již během práce vymyslí a jsou schopni zdůvodnit, že uvedené tři hodnoty spolu souvisejí ( $p = s + m$ ).

Na závěr hodiny je nezbytné se žáky diskutovat o jejich práci, vyřešit případné nejasnosti, nechat je zdůvodnit, proč získané tři hodnoty nejsou nezávislé.

### Metodické komentáře

Tato laboratorní práce je pro žáky náročná. Podle mých zkušeností zhruba třetina žáků ve třídě vyřeší úlohu samostatně, další zhruba třetina potřebuje lehkou pomoc, nasměrování. Každý rok se ale vyskytnou žáci, kteří si s úlohou vůbec nevědí rady, a musím jim řešení úlohy prakticky celé vysvětlit. I přesto ji ale považuji za velmi užitečnou pro rozvoj fyzikálního myšlení a představitosti.

Budete-li chtít tuto laboratorní práci zařadit do své výuky na základní či střední škole (domnívám se, že ji klidně můžete zadat maturantům, budou mít co dělat), rozmyslete si nejdříve sami podrobné řešení a ověřte svůj výsledek měřením, abyste byli schopni svým žákům či studentům poradit.

### Závěr

Jak jsem již uvedla výše, hlavním důvodem, proč tuto laboratorní práci do své výuky zařazuji, je to, že správnost svých výpočtů žáci ověřují pomocí experimentu. Ve výuce fyziky na základní škole obvykle o správnosti řešení úlohy rozhoduje učitel (nebo výsledky příkladů v učebnici). Málokdy mají žáci příležitost ověřit správnost svých úvah přímým experimentem. Domnívám se, že nenahraditelnou rolí dobré výuky fyziky je právě nechat žáky alespoň maličko nahlédnout do kuchyně skutečného fyzikálního výzkumu, kde je experiment často klíčovým kritériem správnosti teorie.

### Kontaktní adresa

RNDr. Irena Dvořáková, Ph.D.  
katedra didaktiky fyziky MFF UK  
K Holešovičkám 2, 182 00 Praha 8  
Telefon: +420 221 912 412  
E-mail: irena.dvorakova@mff.cuni.cz

### On-line měření hladiny intenzity zvuku ve škole

Vít BEDNÁŘ, Jiří TESAŘ

#### Abstrakt

V příspěvku jsou nastíněny teoretické principy a možnosti on-line měření hladiny intenzity zvuku ve školním prostředí. Výsledky měření budou analyzovány v rámci hodin odlišných předmětů. Současně je proveden rozbor a srovnání daných měření mezi více školami a jednotlivými senzory.

### On-line measurement of level of intensity sound in school environment

#### Abstract

In the article there are outlined theoretical principles and possibilities of on-line measurement of level of intensity sound in school environment. The results of measurement are analyzed within lessons of different subjects and during its particular parts. Also there is made analysis and comparison of given measurement between several schools and particular sensors.

#### Teoretická východiska

Každý z nás vnímá zvuk pomocí sluchového orgánu. Ucho je schopno rozlišovat mechanické vlnění, které se šíří prostředím při frekvencích 16 Hz a 20 kHz. Lidské ucho nejlépe detekuje oblast akustického vlnění frekvenčního rozsahu 500 Hz až 5 kHz, neboť má v tomto rozsahu nejvyšší citlivost díky velké amplitudě způsobené rezonancí.

Akustický vjem se šíří pomocí zvukové vlny. Rychlost šíření takové vlny ovlivňuje především teplota, tlak a vlhkost daného prostředí. Akustická vlna se šíří pomocí podélné zvukové vlny, projevujícím se střídavým zhušťováním a zředováním částic tohoto prostředí. Hodnoty akustických výchylek zvukové vlny kolísají kolem hodnoty barometrického tlaku. Rovinnou harmonickou vlnu, resp. její okamžitou akustickou výchylku lze charakterizovat pomocí vztahu č. 1, kde  $A$  je amplituda vlnění,  $\omega$  je úhlová frekvence a  $x$  je vzdálenost od zdroje zvuku [1].

$$u(x,t) = A \sin \omega \left( t - \frac{x}{c} \right) \quad (1)$$

Akustický tlak vzniklý zvukovou vlnou nabývá kladných a záporných hodnot od tlaku barometrického. V akustice je měření tohoto tlaku velmi důležité, neboť většina měřicích přístrojů je právě zkonstruována na měření akustického tlaku. Hlasitost zvuku je veličina, která je závislá na velikosti akustického tlaku  $p$ , který působí prostřednictvím vlnění na bubínek, pomocí něhož je tato změna vnímána jako zvuk o určité hlasitosti. Odpovídající měřitelnou veličinou je hladina akustického tlaku  $L_p$ , kde  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Pa, vztah č. 2.

$$L_p = 20 \log \frac{p}{p_0} \quad (2)$$

Hlasitost je veličina subjektivní a závisí na citlivosti sluchu. Aby bylo možno objektivně porovnat zvuk, byla zavedena intenzita zvuku. Intenzita zvuku  $I$  je definována jako zvuková energie dopadající na jednotku plochy za jednotku času a určená vztahem č. 3.

$$I = \frac{E}{S \cdot t} \quad (3)$$

Intenzita zvuku je přímo úměrná energii kmitání. Daná energie pak závisí na druhé mocnině amplitudy výchylky a na druhé mocnině frekvence. Intenzita zvuku je tedy určena pomocí změny tlaku a výšky tónu. Se zavedením intenzity zvuku se udávají dvě hraniční hodnoty intenzity zvuku, práh slyšení a práh bolesti. Práh slyšení je charakterizován intenzitou zvuku  $I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$  a akustickým tlakem  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ . Práh bolesti je charakterizován intenzitou zvuku  $I = 1 \text{ Wm}^{-2}$  a akustickým tlakem  $p = 130 \text{ Pa}$  [2].

Podle Weber-Fechnerova zákona existuje logaritmická závislost mezi objektivními veličinami a subjektivním vjemem člověka. Má-li zvuk intenzitu  $I$ , pak v logaritmické stupnici lze vyjádřit hladinu intenzity zvuku  $L$ , resp. pokud na přijímací systém dopadá několik zvukových vln, vztahem č. 4.

$$L_I = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \sum_{i=1}^n \frac{I_i}{I_0} \quad (4)$$

Hladiny intenzity zvuku je vhodné vyjadřovat pomocí logaritmické stupnice. Jednotkou je bel (B), v praxi se používá menší jednotka, decibel (dB). Rozlišovací schopnost lidského ucha je právě 1 dB. Hodnocení hlasitosti pomocí hladiny akustického tlaku (dB) nahradilo dříve užívanou jednotku hlasitosti fón (Ph). Použitím funkce logaritmus se rozsah prahových intenzit snižuje na 12 dílů, resp. 120 při vyjádření v decibelech. Zdvojnásobení akustické energie znamená přírůstek o 3 dB. Někdy se lze setkat s jednotkou dBA, což je jednotka, která má v sobě obsaženo označení pro použitý tzv. „váhový filtr A“. V následující tabulce jsou hodnoty hladin intenzit zvuků a konkrétní příklady zvuků [1].

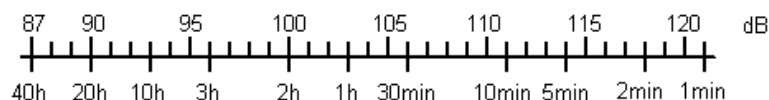
Hladina intenzity zvuku [dB]	Příklady zvuku	Hladina intenzity zvuku [dB]	Příklady zvuku
0	Práh slyšitelnosti lidského ucha	80	Silně reprodukováná hudba
10	Šelest listí	90	Jedoucí vlak, motorová vozidla
20	Šum listí	100	Maximální hluk motorčky
30	Šepot, velmi tichý byt	110	Diskotéka
40	Tlumený hovor, malý šum v bytě	120	Startující letadlo
50	Zapnutý televizor	130	Práh bolestivosti
60	Silně frekventovaná silnice	140	Akustické trauma
70	Křik, tunel metra		

Tab. 1. Příklady zvuků dané hladiny intenzity

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

Velmi dobrému porozumění mluvené řeči se daří při přenosu asi do 3 000 Hz. Srozumitelnost je také ovlivněna akustikou daného prostoru. Tato problematika je v souvislosti se školním prostředím řešena Nařízením vlády 502/2000 Sb [3]. Situace, při kterých se akustické vlnění stává pro organismus zátěží a může mít nepříznivé následky pro lidský organismus, a to jak z fyziologického i psychického hlediska, se nazývají hluk. Přítomnost hluku obecně významně ovlivňuje psychiku a výkony dětí i dospělých. Obecně lze říci, že u dětí klesá jakýkoliv pracovní výkon, pokud jsou nuceny pracovat v prostředí, ve kterém oni sami pociťují hluk.

Na obrázku č. 1. je znázorněno nejvyšší doporučené týdenní zatížení sluchového orgánu v závislosti na hladině intenzity zvuku, aby nedošlo k poškození sluchu. Rizikem poškození není jen samotná hladina intenzity zvuku, ale i doba, po kterou je člověk této energii vystaven.

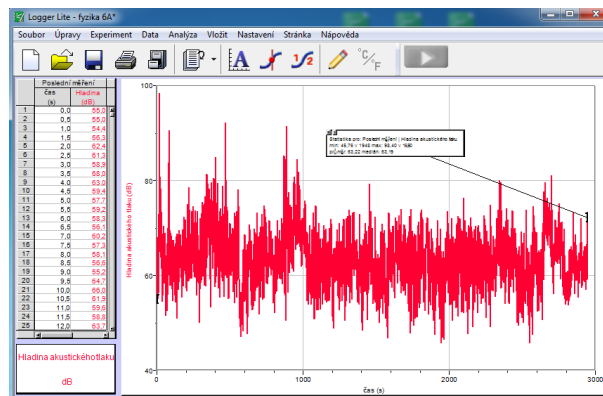


Obr. 1. Nejvyšší týdenní zatížení sluchu v závislosti na hladině intenzity zvuku

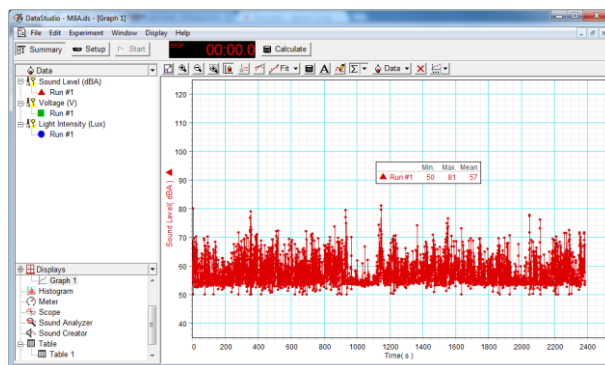
Ve studii provedené v roce 1995 v Německu (Becher a spol.) bylo zjištěno, že mladiství lidé ve věku 16–25 let si při poslechu walkmanů nastavovali hlasitost poslechu na 104 dB. Při následném audiometrickém vyšetření byly zjištěny u 20 % vyšetřených jedinců zúčastněných tohoto výzkumu sluchové ztráty. Měření hluku se rozděluje do dvou skupin, a to měření akustických emisí a měření akustických imisí. Měření akustických emisí znamená měření akustické energie zvukových zdrojů, tzn. měření poskytující údaje charakterizující zdroje hluku. Měření akustických imisí, neboli měření hluku prostředí, hluku na pracovních místech, ve školách, v místech pobytu a pohybu osob umožňuje porovnat a zhodnotit akustickou kvalitu prostředí [1].

### On-line měření hladiny intenzity zvuku – akustické imise

Měření byla prováděna pomocí senzoru Sound Level Meter od firmy Vernier [4] a senzoru General Science MultiMeasure od firmy PASCO [5]. Sensory byly umístěny dle vyhlášky č.13/1977, tzn. 1,2–1,5 m nad podlahou, uprostřed místnosti, dveře i okna byly zavřeny. Základní možností, jak připojit měřicí senzory, je připojení pomocí USB Linku do PC. Na výběr jsou ale i další alternativy propojení. Vyhodnocování naměřených hodnot probíhalo v software LoggerLite [6], resp. v software DataStudio [7].



Obr. 2. Záznam hladin intenzity zvuků pomocí systému Vernier



Obr. 3. Záznam hladin intenzity zvuků pomocí systému PASCO

Jedno z prvních měření si kladlo za cíl změřit hodnotu akustických imisí v prázdných učebnách. Měření probíhala na 4 odlišných místech. Cílem bylo vybrat takové školy, které se od sebe liší geografickým umístěním v závislosti na možnostech ovlivnění měření právě okolními akustickými imisemi. Taková měření musí být realizována v době, kdy uvnitř budovy nejsou studenti. Je-li rozdíl mezi naměřeným akustickým imisním pozadím a akustickými imisemi prostoru učebny i se studenty větší než 10 dB, neovlivňuje vnější akustické imise naměřenou hodnotu celkového imisního zatížení prostoru. Pokud je rozdíl takového měření menší než 2 dB, nelze takové měření provádět.

V tabulce č. 2 jsou uvedeny hodnoty akustických imisí učeben různých vzdělávacích institucí. K měření byla použita vzorkovací frekvence  $f = 1$  Hz a senzor Sound Level Meter. Tento senzor byl pro všechna měření nastaven pro tzv. frekvenční vážení v poloze „A“ [4]. Na tomto senzoru je žádoucí nastavit měřicí rozsah 35–90 dB. Vzhledem k tomu, že naměřené hodnoty akustických imisí prázdných učeben se mohou pohybovat okolo spodní hranice měřicího rozsahu senzoru, je zapotřebí pak takové hodnoty brát spíše za orientační, nežli za přesně určující. Výsledná hodnota hladiny intenzity zvuku, tzv. ekvivalentní hladina, je hodnota odpovídající průměru všech naměřených hodnot.

Základní škola	$L_{Aeq}$ [dB]
ZŠ a MŠ Lišov	34
KAFT, Pedagogická fakulta	36
Jazyková škola České Budějovice	35
ZŠ Planá nad Lužnicí	37

Tab. 2. Měření akustických imisí prázdných učeben

Z tabulky vyplývá, že nejlépe je na tom ZŠ a MŠ Lišov, což odpovídá geografickému umístění školy – velmi klidné místo na okraji malého města s téměř nulovou dopravou. Největší hodnota akustických imisí působících zvenčí do prostoru učeben byla naměřena na ZŠ Planá nad Lužnicí. Škola je umístěna velmi blízko velmi vytížené komunikace, České Budějovice – Praha.

Jedno z dalších měření bylo zaměřeno na zjištění ekvivalentní hladiny intenzity zvuku při výuce samotné. Ekvivalentní hladina je určena jako průměr všech hodnot získaných při měření, měření probíhalo při výuce jednoho pedagoga, různých předmětů a odlišných tříd. Dané hodnoty byly získány pomocí senzoru Sound Level Meter.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

Základní škola, předmět, vyučující	$L_{Aeq}$ [dB]
ZŠ a MŠ Lišov, fyzika, 6.A, Bednář	63
ZŠ a MŠ Lišov, matematika 8.A, Bednář	55
ZŠ a MŠ Lišov, fyziky 9.A, Bednář	57
ZŠ a MŠ Lišov, fyziky 9.B, Bednář	60

Tab. 3. Měření ekvivalentní hladiny intenzity zvuku – stejný pedagog

Naměřené výsledky přesně odpovídají poznatkům z dané školy. Vyučujícímu vždy třída 8.A jevila jako ta nejméně „hlučná“. Naopak v 6.A se pravidelně setkává s větší hlučností ze stran žáků. Obdobná měření byla provedena na ZŠ Planá nad Lužnicí. Naměřené hodnoty jsou výsledky měření při hodinách fyziky ve stejné učebně při výuce dvou různých pedagogů. Měření bylo provedeno pomocí senzoru General Science MultiMeasure, který zaznamenává hodnoty v rozmezí 50–100 dBA [5].

Základní škola, předmět, vyučující	$L_{Aeq}$ [dBA]
ZŠ Planá nad Lužnicí, fyzika 6.A, Vochozka V.	64
ZŠ Planá nad Lužnicí, fyzika 6.B, Vochozka V.	58
ZŠ Planá nad Lužnicí, fyzika 9. roč., jiný pedagog	58
ZŠ Planá nad Lužnicí, fyzika 8.A, jiný pedagog	56

Tab. 4. Měření hladin intenzity zvuku při výuce fyziky různými pedagogy

Z tabulky je vidět, že ekvivalentní hladina intenzity zvuku je při výuce fyziky pro všechny třídy v rozmezí mezi 56–58 dBA. Vyšší hodnota byla pouze ve třídě 6.A.

V následující tabulce jsou změřeny ekvivalentní hladiny intenzity zvuku pro učebny fyziky na ZŠ a MŠ Lišov a ZŠ Planá nad Lužnicí v čase, kdy probíhala přestávka mezi výukou, a žáci byly přítomni v učebnách. Měření na ZŠ a MŠ Lišov bylo prováděno pomocí senzoru od firmy Vernier [4]. Měření na ZŠ Planá nad Lužnicí bylo prováděno pomocí senzoru od firmy PASCO [5].

Základní škola, učebna	$L_{Aeq}$ [dB]
ZŠ a MŠ Lišov, učebna fyziky	68
Základní škola, učebna	$L_{Aeq}$ [dBA]
ZŠ Planá nad Lužnicí, učebna fyziky	64

Tab. 5. Měření hladin intenzity zvuku v učebnách fyziky

Další měření bylo zaměřeno na proměření velikosti ekvivalentní hladiny intenzity zvuku v jedné učebně, resp. pro jednu třídu a všechny předměty, které daný den žáci konkrétní třídy měli. Toto měření bylo provedeno na ZŠ Sokolská Třeboň pomocí senzoru General Science MultiMeasure [5].

Základní škola, předmět	$L_{Aeq}$ [dBA]
ZŠ Sokolská Třeboň, 9.A, zeměpis	60
ZŠ Sokolská Třeboň, 9.A, ekologie	59
ZŠ Sokolská Třeboň, 9.A, matematika	60
ZŠ Sokolská Třeboň, 9.A, základy spol. věd	58
ZŠ Sokolská Třeboň, 9.A, německý jazyk	57

Tab. 6. Měření hladin intenzity zvuku v odlišných předmětech

Z naměřených hodnot je patrné, že hladina intenzity zvuku není v této třídě příliš ovlivněna probíhající výukou, resp. pedagogem, který v dané třídě vyučuje.

Vzhledem k tomu, že měření byla prováděna buď senzorem Sound Level Meter od firmy Vernier, nebo senzorem General Science MultiMeasure od firmy PASCO je žádoucí porovnat naměřené výsledky danými senzory mezi sebou. V tabulce č. 7 jsou uvedeny hodnoty změřené pomocí uvedených senzorů. Pro toto měření byly senzory zapojeny paralelně do jednoho PC a mohly tak nezávisle na sobě zaznamenávat měřená data.

Název instituce	Vernier – $L_{Aeq}$ [dB]	PASCO – $L_{Aeq}$ [dBA]
PF JČU, fyzikální praktika	58	59
ZŠ a MŠ Lišov, matematika	55	57
ZŠ a MŠ Lišov, fyzika	63	62
ZŠ a MŠ Lišov, tělesná výchova	69	71

Tab. 7. Porovnání naměřených hodnot senzorů Sound Level Meter a General Science MultiMeasure

Ze vzájemného porovnání naměřených hodnot daných senzorů lze říci, že výsledky se od sebe liší minimálními hodnotami. Jednotlivé senzory tedy i jimi naměřené hodnoty lze tak považovat za kvalitní.

### Závěr

Cílem příspěvku bylo nastínit situaci týkající se akustických imisí ve školním prostředí. Z naměřených hodnot je zřejmé, že jednotlivé hodnoty hladin intenzit zvuků dosahují takových hodnot, které přímo nezpůsobují fyziologické poškození sluchového orgánu. Nicméně i zvuky o těchto hladinách mohou nepříjemně působit na pedagoga z hlediska jeho psychiky. Potěšitelné je, že aktuálně naměřené hodnoty jsou srovnatelné s hodnotami naměřenými před 10 lety [1], tj. že hluková zátěž ve školách se nezvyšuje, i když subjektivně to učitelé vnímají jinak.

### Literatura

- CAPŮRKA, D. *Měření hlučnosti na různých typech škol*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2003, 3-13 s.
- REICHL, J., VŠETIČKA, M. *Encyklopedie fyziky*. [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/208-zakladni-definice>
- Zdraví a zdravotnictví: Ochrana zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (502/2000 Sb.)* [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.zdrav.cz/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=1902>

4. *Vernier: Vybavení pro výuku přírodovědných oborů* [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/slm-bta/>
5. *PASCO: Science education* [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: [http://www.pasco.cz/index.php?option=com\\_content&task=view&id=161&Itemid=1](http://www.pasco.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=161&Itemid=1)
6. *Vernier: Vybavení pro výuku přírodovědných oborů* [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.vernier.cz/produkty/senzory>
7. *PASCO: Science education* [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.pasco.cz/>

### Kontaktní adresa

Mgr. Vít Bednář  
KMT, oddělení fyziky, PF, ZČU  
Klatovská 51  
306 14 Plzeň  
E-mail: [vitekklisov@seznam.cz](mailto:vitekklisov@seznam.cz)  
[vitb@kmt.zcu.cz](mailto:vitb@kmt.zcu.cz)

### Kontaktní adresa

PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D.  
KAFT, PF JU  
Jeronýmova 10  
371 15 České Budějovice  
Telefon: +420 387 773 051  
E-mail: [raset@pf.jcu.cz](mailto:raset@pf.jcu.cz)



### **Interaktívne počítačové programy vo vyučovaní astronómie na SŠ**

Mária CSATÁRYOVÁ, Štefan PARIMUCHA, Martin ŠECHNÝ

#### **Abstrakt**

V článku sú prezentované možnosti interaktívnych počítačových programov Aladin a Stellarium, ktoré môžeme využiť vo výučbe astronómie a astrofyziky pre študentov stredných škôl, alebo v činnosti záujmových astronomických a počítačových krúžkov. Zároveň sú predstavené aplikácie na vybrané témy výučbových hodín astronómie.

### **Interactive computer programs in teaching of astronomy in secondary schools**

#### **Abstract**

The paper presents possibilities of interactive computer programs Aladin and Stellarium, which can be used for teaching of astronomy and astrophysics to high school students, or in after – school activities – astronomy and computing. It also presents their application in selected topics of astronomy teaching lessons.

#### **Úvod**

Vyučovanie prírodovedných predmetov v poslednom čase zaznamenalo zo strany študentov výrazný pokles záujmu a to na všetkých stupňoch vzdelávania. Vo vyučovaní prírodovedných predmetov Slovensko v rámci OECD dokonca výrazne zaostáva za ostatnými krajinami. Preto je aktuálna otázka – ako zlepšiť daný stav v súčasnom vyučovaní týchto predmetov. Jednou z ciest je vyučovať tieto predmety prostredníctvom metód aktívneho bádania.

Ako sa ukazuje, zaradenie astronómie do vyučovacieho procesu vytvára vhodné prostredie na použitie spomínanej metódy a to hneď z niekoľkých aspektov – astronómia je súčasťou viacerých predmetov ako fyzika, geografia a biológia. Prax potvrdzuje, že študenti majú záujem o nové poznatky z astronómie. Uvedené je možné využiť ako motivačný prvok vo vyučovaní prírodovedných predmetov. Zaradenie interaktívnych počítačových programov do výučby astronómie, aplikácia ktorých si vyžaduje prácu s astronomickými databázami, zároveň umožňuje študentom poznávať zásady vedeckej práce.

#### **Interaktívne počítačové programy**

Pozorovanie nočnej oblohy je pre študentov veľmi atraktívne. Svedčí o tom ich veľká účasť na verejných pozorovaniach. Problém pozorovania – ako súčasť školskej výučby však nepriaznivo ovplyvňuje niekoľko faktorov. Od slabého vybavenia školy pozorovacou technikou, nevhodne osvetlenej lokality, rozmarov počasia až po časovú náročnosť. Interaktívne virtuálne programy tak môžu byť skvelou náhradou pozorovania. Množstvo astronomických

interaktivních programů dostupných na trhu, je volně přístupných. Učitel si může vybrat z vyše 200 programů. My sa v našem příspěvku zameriame na interaktivne počítačové programy Stellarium a Aladin. Tieto programy ponúkajú nástroje pre vyhľadávanie, virtualizáciu a analýzu dát pre vzdelávacie ako aj vedecké účely. Veľkým prínosom pre rozvoj astronómie a jej výučby sa stáva aj iniciatíva – Virtuálne observatórium<sup>1</sup> (VO). Pre učiteľov astronómie stredných a vysokých škôl sa VO stáva skvelou príležitosťou pre zefektívnenie ich práce. Vďaka týmto programom môžu oboznámiť študentov s reálnymi astronomickými údajmi a metódami pre prácu s nimi.

### Počítačový program Stellarium

Interaktívny program Stellarium<sup>2</sup> je veľmi vhodný pre študentov stredných škôl – ako forma aktívneho bádania, pretože poskytuje databázu aktuálne prístupných najnovších dát z astronomického CDS portálu. Významná je aj skutočnosť, že Stellarium spája romantiku nočnej oblohy so spracovaním virtuálne napozorovaných údajov.

Čo Stellarium ponúka? Zobrazuje dáta vyše 600 000 hviezd z katalógu Hipparcos s možnosťou stiahnutia doplnkových katalógov. Obsahuje Messierov katalóg astronomických objektov – hmlovín, hviezdokôp a galaxií, ktoré sú zobrazované ako fotografie, presne umiestnené do pozadia nočnej oblohy. Obsahuje aj dáta Slnčnej sústavy – od Slnka, planét, trpasličích planét, asteroidov, komét až po simuláciu meteorických rojov. V najnovšej verzii nájdeme virtuálne simulácie vzplanutia supernov a to konkrétne ôsmich „historických“ supernov (so svojimi pozostatkami – pulzarmi) pozorovaných starovekými pozorovateľmi až po najnovšie mimogalaktické supernovy. Pre nadšencov kozmológie ponúka aj vzdialené kvazary.

Stellarium predstavuje program s otvoreným počítačovým kódom, takže pre šikovných používateľov ponúka možnosť doprogramovania zaujímavých úkazov doplnkovým skriptom, alebo možnosť prispieť do novej verzie programu.

### Využitie počítačového programu Stellarium

Dáta ku každému objektu, ktoré Stellarium poskytuje, nám umožnia vrátiť sa k zásadným objavom v astronómii a podporiť tak učenie prostredníctvom metód aktívneho bádania. Prostredníctvom nich môžeme napr. zostrojiť Hertzsprung–Russelov (HR) diagram ale aj znovuobjaviť evolúciu hviezd pomocou HR-diagramu pre hviezdokopy. V tejto úlohe sa využíva fakt, že hviezdy v hviezdokopách vznikli súčasne, ale vyvíjajú sa v závislosti od svojej hmotnosti. A tak odklon vetvy na HR diagrame umožní sledovať samotný vývoj hviezd. Okrem toho môžeme určiť vzdialenosť galaxie M31, presne tak, ako to urobil E. Hubble v roku 1926, čím dal základy extragalaktickej astronómie. Zobrazenie kvazarov nám umožní znovu objaviť Hubblov zákon rozpínania vesmíru a určiť hodnotu konštanty rozpínania vesmíru.

Možnosť pohybu v priestore a čase nám umožní sledovať rôzne astronomické úkazy ako napr. zákryt hviezd Mesiacom, prechod Venuše cez slnečný disk, či zatmenie Slnka, ktoré môžeme pozorovať priamo zo Slnka a určiť tak presný čas ľubovoľného zatmenia a približne určiť pás totality zatmenia.

<sup>1</sup> <http://www.ivoa.net/>

<sup>2</sup> <http://www.stellarium.org>

Pre jednoduchú ukážku sme si zvolili dve témy z učiva fyziky pre stredné školy, a to Keplerove zákony a určovanie vzdialenosti galaxií pomocou supernov.

### Tretí Keplerov zákon

Tematický celok „Sila a pohyb“ v predmete Fyzika je možné doplniť učivom z astronómie, konkrétne Keplerovými zákonmi. Pre ukážku práce s programom Stellarium sme si vybrali tretí Keplerov zákon, ktorý dáva do súvisu obežnú dobu planét s ich vzdialenosťou od Slnka:

$$\frac{a_1^3}{P_1^2} = \frac{a_2^3}{P_2^2}$$

kde  $a$  je vzdialenosť planéty od Slnka a  $P$  je jej obežná doba. V Stellarium sme umiestnili pozorovateľa na Slnko a vybrali sme jednotlivé objekty Slnčnej sústavy. Okrem planét Slnčnej sústavy sme vybrali aj trpasličiu planétku Ceres z pásma asteroidov a Eris z pásma transneptunických objektov. Pre doplnenie väčších vzdialeností sme zvolili koméту Hale-Bopp. Doba obehu jednotlivých objektov sme určili z dátumov dvoch nasledujúcich rovnakých polôh. Pri výpočte sme za druhú planétu brali Zem, pre ktorú je doba obehu 1 rok a vzdialenosť od Slnka je 1 astronomická jednotka (1 AU). Výsledky sú uvedené v tabuľke 1.

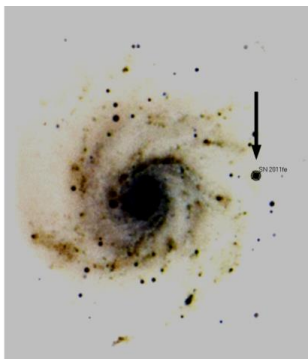
objekt	1. dátum	2. dátum	doba obehu [rok]	vzdialenosť [AU]
Merkúr	11. 4. 2013	8. 7. 2013	0,24	0,39
Venuša	10. 7. 2013	20. 2. 2014	0,62	0,72
Zem	19. 2. 2012	18. 2. 2013	1,00	1,00
Mars	5. 4. 2013	21. 2. 2015	2	1,52
Ceres	22. 6. 2000	27. 1. 2005	5	2,77
Jupiter	17. 9. 2012	28. 7. 2024	12	5,20
Saturn	25. 3. 2010	2. 9. 2039	29	9,54
Urán	2. 8. 1999	2. 8. 2167	168	30,46
Neptún	2. 11. 1903	2. 6. 2232	329	47,64
Eris	1. 6. 1901	1. 9. 2460	560	67,91
Hale-Bopp	1. 7. 2029	1. 7. 4459	2432	180,83

Tab. 1: Vzdialenosti objektov Slnčnej sústavy

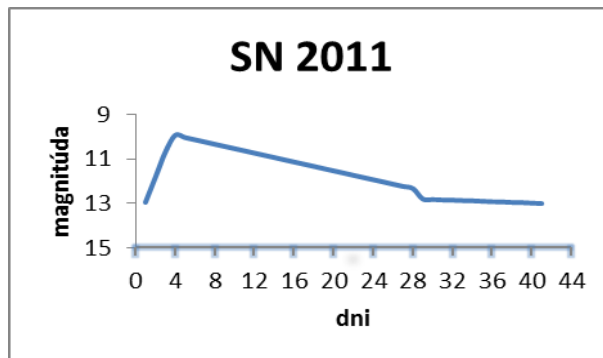
### Určenie vzdialeností galaxií pomocou supernov

Na paneli nástrojov Stellaria si môžeme vybrať historické supernovy. Vyberieme si supernovu SN 2011fe, ktorá vzplanula v septembri 2011 v galaxii M101 v súhvezdí Veľkej medvedice (UMa). Maximálnu jasnosť dosiahla 13. 9. 2011 a to až 9,9 magnitúdy. Zmenou času v Stellarium môžeme sledovať pokles jej jasnosti a zostrojiť tak svetelnú krivku. Podľa typu svetelnej krivky určíme typ supernovy. V tomto prípade, ako vidíme na obrázku 2, išlo o supernovu typu Ia. Ide o prípad, keď biely trpaslík nakumulovaním medzihviezdnej hmoty

prekročí Chandrasekharovu hranicu a zrúti sa, čo vyvolá nekontrolovateľnú fúziu a výbuch supernovy. Absolútna magnitúda takýchto supernov je rovnaká, dosahuje veľkosť  $-19$ , čo dovoľuje určiť vzdialenosť tohto objektu. Dosadením do základného vzťahu – modulu vzdialeností – určíme vzdialenosť tejto galaxie.



Obr. 1: Simulácia supernovy



Obr. 2: Svetelná krivka supernovy SN2011

Pre modul vzdialenosti platí vzťah:

$$m - M = 5 \cdot \log r - 5$$

kde  $m$  je zdanlivá jasnosť a  $M$  je absolútna jasnosť objektu. Vzdialenosť  $r$  dostávame podľa tohto vzťahu v parsekoch, pre lepšiu názornosť môžeme vynásobiť 3,26 a výsledok tak dostaneme v svetelných rokoch.

$$r = 10^{\frac{m-M+5}{5}} \cdot 3,26$$

Dosadením do vzťahu dostávame pre vzdialenosť galaxie M101 hodnotu 22,4 miliónov svetelných rokov. Ak uvážime, že priemer našej Galaxie je 100 000 svetelných rokov, tak vzdialenosť galaxie je 224krát väčšia ako je priemer našej Galaxie. Pre overenie výsledku môžeme použiť inú metódu a to napríklad pomocou cefeíd, čo nám umožní interaktívny počítačový program Aladin, ako je uvedené v článku [3].

### Vyhľadávanie supernov pomocou interaktívneho programu Aladin

Interaktívny počítačový program Aladin<sup>3</sup> funguje ako vesmírny atlas, ktorý umožňuje používateľovi vyhľadávať dáta z astronomických katalógov a databáz (napr. Vizier<sup>4</sup>) a pripojiť všetky servery virtuálnych observatórií. Vo výučbe umožňuje študentovi reprodukovat' astronomické objavy na základe potrebných dát. Vzhľadom na zložitosť celého programu je skôr vhodný pre pokročilých študentov. Medzi najzaujímavejšie úlohy pre študentov patrí bezpochyby vyhľadávanie nov a supernov. Návod ako postupovať pri ich hľadaní je možné nájsť na webovej stránke<sup>5</sup>.

Pre výučbu metódy hľadania supernov je vhodné vybrať si obrázok galaxie s objavenou novou alebo supernovou a k nemu dáta z astronomických katalógov danej galaxie z iných ča-

<sup>3</sup> <http://aladin.u-strasbg.fr/aladin.gml>

<sup>4</sup> <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>

<sup>5</sup> [http://www.as.oats.inaf.it/aidawp5/download/eng\\_es6\\_supernova.pdf](http://www.as.oats.inaf.it/aidawp5/download/eng_es6_supernova.pdf)

sových období. Vybrané snímky skalibrujeme. Prepínáním jednotlivých snímkov v Aladinovi sa nám ukáže „nová hviezda“. V astronomických databázach sú k dispozícii aktuálne namerané astronomické dáta, ktoré ešte nie sú spracované. V samostatnej práci študentov môže byť porovnávanie galaxií z rôzneho časového obdobia „korunované“ skutočným objavením supernovy, čím sa z používateľa spomínaného programu môže stať skutočný objaviteľ.

### Záver

Názor, že astronómia je pre študentov lákavá a môže podporiť vzdelávanie prírodovedných predmetov je fakt, o ktorom už nikto zo zainteresovaných nepochybuje. Otvoreným problémom ostávajú štátne vzdelávacie programy, ktoré učivo astronómie minimalizujú alebo dokonca úplne eliminujú. Jednou z možností ako pridať ďalšie hodiny astronómie do vyučovacieho procesu je obohatiť o tieto hodiny školské vzdelávacie programy.

Jedným z dôležitých aspektov zaradenia oboch vyššie spomínaných programov do výučby je aj príprava námetov, príkladov a metodických usmernení, na ktoré sa zameriava náš projekt – Moderné technológie vo vyučovaní astronómie a astrofyziky. Nami pripravené námety a materiály budú postupne prezentované na webovej stránke projektu <http://astronomy.science.upjs.sk/mtva/>.

### PodĎakovanie

Príspevok bol spracovaný s podporou projektu Kega007UPJŠ-4/2013 Moderné technológie vo vyučovaní astronómie a astrofyziky.

### Literatúra

1. FREISTETTER, F., IAFRATE, G., RAMELLA, M. 2011. The Sky is for Everyone - Outreach and Education with the Virtual Observatory. [arXiv:1101.3061v1](http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/1101/1101.3061v1.pdf), [http://arxiv.org/PS\\_cache/arxiv/pdf/1101/1101.3061v1.pdf](http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/1101/1101.3061v1.pdf)
2. WHITE, J., C. 2006. *The Virtual Observatory and Education : A View From to Classroom*. In: R., J. Brunner, S., G. Djorgovski, A., S. Szalay: Virtual Observatories of the Future, ASP Conference Proceedings, Vol. 225., San Francisco: Astronomical Society of the Pacific, p.159. ISBN 1-58381-057-9
3. CSATÁRYOVÁ, M., ŠEBEŇ, V., ŠECHNÝ, M.: Virtuálne laboratórium v astronómii – programy Stellarium a Aladin, In: Tvorivý učiteľ fyziky IV : národný festival fyziky 2011 vyd. Bratislava: Slovenská fyzikálna spoločnosť, 2011, s. 44–49. ISBN 978-80-970625-3-8

### Kontaktná adresa

RNDr. Mária Csatáryová, PhD.  
Prešovská univerzita, FHPV

17. novembra 1  
080 01 Prešov, SR  
Telefon: +420 915 908920  
E-mail: maja@unipo.sk

### Kontaktná adresa

Mgr. Martin Šechný  
Stredná priemyselná škola elektrotechnická  
Plzenská 1  
080 47 Prešov, SR  
E-mail: martin.sechny@shenk.sk

### Kontaktná adresa

doc. Mgr. Štefan Parimucha, PhD.  
Prírodovedecká fakulta,  
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika  
Jesenná 5  
Košice, SR  
E-mail: stefan.parimucha@upjs.sk

### **Vzdialené astronomické pozorovania a ich využitie vo vyučovaní fyziky a iných prírodovedných predmetov**

Peter HANISKO

#### **Abstrakt**

V posledných rokoch sa po svete objavuje veľké množstvo astronomických ďalekohľadov, ktorých činnosť je plne automatizovaná. Cieľom väčšiny takýchto projektov je vytvoriť plne robotické ďalekohľady schopné pracovať bez priamej obsluhy, ktoré by slúžili na pozorovanie vesmíru nie len profesionálnym astronómom, ale aj vo vyučovaní astronómie v rámci fyziky a iných prírodovedných predmetov. Takáto forma astronomických pozorovaní predstavuje novú formu a technickú realizáciu interaktívnych experimentov, ktoré sú vhodné na implementáciu do kurzov fyziky aj na miestach, kde nie sú klasické hvezdárne a planetária dostupné. Príspevok sa zaoberá možnosťami využívania vzdialených robotických ďalekohľadov vo vyučovaní fyziky a prírodovedných predmetov.

### **The remote astronomical observations and their using in teaching physics and other science subjects**

#### **Abstract**

In recent years large number of astronomical telescopes which operation is fully automated were discovered. The purpose of most of such projects is proposal for a fully robotic telescopes capable of work without direct operator, that would be used for observation of the universe not only by professional astronomers, but also for the teaching of astronomy in the physics and other science subjects. Such form of astronomical observations represents a new form and technical implementation of interactive experiments that are suitable for the implementation to educational courses of physics also in locations where observatory or planetarium is not available. The paper deals with the possibilities of using of remote robotic telescopes in teaching physics and science.

#### **Úvod**

Využívanie vzdialených experimentov posúva možnosti experimentovania a tým aj vyučovania fyziky a iných prírodovedných predmetov kvalitatívne na vyššiu úroveň. Ide o experimenty, ktoré žiaci alebo študenti môžu riadiť a ovládať kedykoľvek a kdekoľvek na svete. K tomu je potrebný len počítač a prístup na internet. Celý proces je teda možné ovládať na diaľku, pričom v počítači sa zobrazujú výsledky daného experimentu.

Vzdialené experimenty z hľadiska, akým spôsobom je realizované meranie je možné rozdeliť na *reálne* a *virtuálne*. Reálne vzdialené experimenty prebiehajú na reálnom meracom zariadení, ktoré je umiestnené v reálnom laboratóriu a zber dát je realizovaný s podporou počítača. Pod virtuálnymi vzdialenými experimentmi je možné rozumieť také experimenty, ktoré sú pozorované prostredníctvom počítača, na ktorom je spustená aplikácia (animácia), realizovaná na základe naprogramovaného zvoleného modelu. Výhodou reálnych vzdialených expe-

rimentov oproti animáciám je skutočnosť, že ide o reálne laboratórne podmienky, kým pri animácii je možné pracovať len v podmienkach dopredu určených jej tvorcami. Aj keď môžu byť akokoľvek reálne, stále však ide len o simulácia reality. Pri vzdialených experimentoch nie je potrebné len čakať, kým počítač zobrazí namerané získané hodnoty, ale využitím web kamier je možné priamo v reálnom čase sledovať celý prebiehajúci experiment. [6]

Analogický, ako vo fyzike existujú vzdialené experimenty, aj v astronómii je možné využívať na pozorovanie ďalekohľady, pri ktorých sa pozorovatelia nenachádzajú, ale ovládajú ich na diaľku.

V globálnej stratégii pre rozvoj astronómie a vzdelávania v astronómii na roky 2010 až 2020 Medzinárodná astronómická únia (IAU) odporúča využívať internet a dostupné robotické ďalekohľady v procese vzdelávania. Prístup k udržiavaným medzinárodným sieťam ďalekohľadov pre účely vzdelávania je oveľa efektívnejší, ako získanie a prevádzka malých domácich a školských astronomických ďalekohľadov. [8, s. 33]

Okolo robotických ďalekohľadov sa v súčasnosti vytvorila skupina mladých ľudí rôzneho veku a prístroje sa tak stali súčasne aj výukovými a cvičnými pracoviskami, na ktorých je možné nie len pozorovať a spracovávať dáta, ale aj učiť postupy využívané v astronomickom výskume a v neposlednom rade aj tvorivým spôsobom prispieť a overiť si v praxi nové nápady, prístupy a programy. [2]

Cieľom príspevku je ozrejmiť, čo je to vzdialené astronomické pozorovanie, predstaviť niektoré vybrané projekty vzdialených robotických ďalekohľadov dostupných cez internet a zhodnotiť situáciu a možnosti ich využitia vo vyučovaní astronómie a astrofyziky v rámci fyziky a iných prírodovedných predmetov.

### Vzdialené astronomické pozorovania

Dôležité astronomické objavy v súčasnosti nemusia vznikať len v astronomických observatóriách s veľkými ďalekohľadmi, ale s rozvojom moderných technológií sa na nich môžu podieľať aj malé vedecké pracoviská alebo jednotlivci, ktorí majú prístup na internet.

Najmodernejšie technológie umožňujú pozorovať vesmírne objekty, bez toho aby bola potrebná fyzická prítomnosť pozorovateľa pri ďalekohľade, pričom vzdialenosť pozorovateľa od miesta pozorovania môže byť aj tisícky kilometrov. Nie je pritom potrebné prevádzať žiadne nastavenia ďalekohľadu, stačí len sadnúť k počítaču s pripojením na internet a naplánovať pozorovanie vybraného vesmírneho objektu. Moderné technológie a internet umožňujú, aby astronomické prístroje pracovali aj bez prítomnosti človeka. Pozorovateľ ma prostredníctvom internetu možnosť priamo ovládať počítač, ktorý riadi ďalekohľad, CCD kameru a ostatné zariadenia (kupola, zaostrovanie, filtre apod.). Pozorovanie prebieha v reálnom čase tak, že pozorovateľ zadáva vesmírne objekty, ich súradnice, expozičné časy, filtre apod. tak, ako keby bol na danom observatóriu prítomný. Takto pracujú observatória, ktoré sú určené pre amatérske pozorovania a na vzdelávacie účely, ktoré pozorovatelia ovládajú na diaľku. Na podobnom princípe pracujú aj veľké profesionálne astronomické observatória, pri ktorých riadiace stredisko môže byť napríklad v Európe a ďalekohľady v Chile. [7]

Vhodným riešením pre tých, čo na jednej strane majú možnosť často fyzicky navštevovať observatórium, avšak na strane druhej nemajú čas tráviť celú noc pozorovaním je **automatický ďalekohľad**. Hardvérové a softvérové vybavenie umožňuje zadávať série pozorovaní, ktoré ďalekohľad počas noci samostatne vykoná. Takúto požiadavku dnes už v plnej miere spĺňajú sériovo vyrábané tzv. „GoTo“ montáže. Pozorovania sa naplánujú večer a na druhý deň je



možné si pozrieť výsledky. Aby ovládanie automatického ďalekohľadu pracovalo naozaj bez prítomnosti pozorovateľa, musí byť zosynchronizované otáčanie štrbiny kupoly do smeru, do ktorého mieri ďalekohľad a taktiež aj automatické odkrývanie ďalekohľadu pred pozorovaním a zakrývanie po skončení pozorovania, resp. v prípade zlého počasia. [7]

Ďalekohľad, ktorý dokáže dlhodobo pracovať bez zásahu človeka je tzv. **robotický ďalekohľad**. Musí byť vybavený spoľahlivou montážou schopnou navádzať s vysokou presnosťou, CCD kamerou a systémom filtrov, kupolou poprípadе odsúvnou strechou napojenou na ovládací systém ďalekohľadu, spoľahlivý softvér a prístup na internet. Pri robotických ďalekohľadoch je automatické spustenie aj zastavenie pozorovacieho programu. Ovládací softvér sám vyberá objekty podľa ich momentálnej pozorovateľnosti a podľa priorít, ktoré má zadané. Robotické ďalekohľady má však zmysel stavať najmä na miestach s výbornou astroklímou, kde je počas roka veľa jasných nocí. [7]

V prípade, že na jednom mieste je v prevádzke jeden a viac robotických, plne automatických ďalekohľadov a sú sprístupnené verejnosti prostredníctvom internetu, ide o **internetové observatórium**. Pri ich používaní je potrebné presne poznať ich možnosti a podmienky používania. Cez internetovú stránku observatória pozorovateľ má možnosť vybrať ďalekohľad, vesmírny objekt, dĺžku a počet expozícií, filtre, čas exponovania, poprípadе iné parametre pozorovania a kvality obrázkov, ktoré požaduje. Objednávku spracováva softvér ovládajúci vybraný ďalekohľad automaticky a v prípade, že je všetko v poriadku, v určený čas riadiaci systém zapne ďalekohľad, otvorí kupolu a vyhľadá zvolený vesmírny objekt, vykoná samotné pozorovanie a nakoniec opäť zavrie kupolu. Užívateľ si potom získané obrázky môže stiahnuť z ftp servera správcu observatória a začať ich spracovávať a vyhodnocovať. V súčasnosti je vo svete v prevádzke niekoľko takýchto internetových observatórií, pričom pri rôznych poskytovateľoch postupnosť krokov sa môže mierne líšiť. [7]

V súčasnosti na svete existujú organizácie, poprípadе aj súkromné osoby, ktoré internetové observatórium už postavili a ponúkajú verejnosti. Takéto observatória sú väčšinou zriadené v miestach s výbornými pozorovacími podmienkami. Internetové observatória dostupné na internete sú vo väčšine prípadov spoplatnené, niektoré sú však aj bezplatné. Služby ponúkané jednotlivými observatóriami sa dosť rýchlo vyvíjajú, niektoré vznikajú, iné zase zanikajú.

K najznámejším internetovým observatóriám, ktoré ponúkajú svoje služby bezplatne, patrí **MicroObservatory Robotic Telescope Network** ([www.microobservatory.org](http://www.microobservatory.org)). Ide o sieť malých automatických ďalekohľadov pre vzdelávacie účely, ktorú zriadil Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics. Štyri rovnaké ďalekohľady typu Maksutov s hlavným zrkadlom priemeru 15 cm sú rozmiestnené na území USA. Prístup je na základe žiadosti, ktoré sa vyhodnocujú trikrát ročne, pričom uprednostňované sú projekty učiteľov pre žiakov základných a stredných škôl.

Na Kanárskych ostrovoch na Univerzite v Bradforde je v prevádzke **Bradford Robotic Telescope** (<http://www.telescope.org/>), kde je nainštalovaný ďalekohľad Celestron C14 s priemerom 35 cm. Prístup k ďalekohľadu je ihneď po bezplatnej registrácii.

Nadácia **Tzec Maun Foundation** (<http://blog.tzecmaun.org/>) má za cieľ poskytovať voľný prístup k ďalekohľadom pre žiakov a študentov, či už pre skupiny pod vedením učiteľa alebo aj pre individuálnych záujemcov. Observatórium má niekoľko malých ďalekohľadov v Novom Mexiku a v Austrálii. Najkvalitnejší z nich je 40cm Ritchey-Chretien. Prístup je na základe žiadosti, v ktorej treba vysvetliť zámer pozorovania. Internetové rozhranie umožňuje pracovať s ďalekohľadmi prakticky v reálnom čase. [7]

Platených internetových observatorií je na rozdiel od bezplatných oveľa viac. K najznámejším patrí sieť *Las Cumbres Observatory Global Telescope Network* (<http://lcogt.net/>). Sieť pozostáva z dvoch ďalekohľadov s priemerom 2m a slúži na výskum aj vzdelávacie účely. Pozorovacie termíny sú polhodinové. Čas na vzdelávanie je však úplne vyhradený len pre školy vo Veľkej Británii.

Sieť automatických ďalekohľadov *AAVSONet* (<http://www.aavso.org/aavsonet>), ktorú prevádzkuje Americká asociácia pozorovateľov premenných hviezd (AAVSO) je prispôbená špeciálne pre potreby fotometrie premenných hviezd. Je prednostne určená pre platiacich členov asociácie, avšak žiadosť o pozorovací čas môže podať aj nečlen a ak presvedčí "Výbor pre alokovanie pozorovacieho času", môže byť úspešný.

V sieti *Sierra Stars Observatory Network* (<http://www.sierrastars.com/>) sú v súčasnosti tri ďalekohľady na troch rôznych miestach v USA: 61cm Cassegrain na Sierra Stars Observatory v Kalifornii, 37cm Rigel Telescope na Sonoita v Arizone a 81cm Schulman Telescope na Mount Lemmon v Arizone. Prístup používateľ dostane po zakúpení kreditov. Môže podrobne zadať parametre požadovaného pozorovania vrátane času, kedy ho chce uskutočniť. Ak čas pozorovania nezadá, systém sám určí najvhodnejší čas na pozorovanie. Po uskutočnení pozorovania sú už skalibrované obrázky uložené na ftp server, odkiaľ si ich užívateľ môže stiahnuť.

Najväčší výber ďalekohľadov na troch miestach v USA, v Španielsku a v Austrálii ponúka sieť *iTelescope.Net* (<http://www.itelescope.net/>), predtým známa ako *Global Rent a Scope* (GRAS). K dispozícii sú ďalekohľady s priemerom od 9cm do 51cm.

K ďalším známym internetovým astronomickým observatóriám patrí aj online systém ďalekohľadov *LightBuckets* (<http://www.lightbuckets.com/>), ktorý má ďalekohľady v USA a v južnom Francúzsku. Technológia internetového rozhrania je na vysokej úrovni, takže užívateľ má veľmi detailný prístup k plánovaniu pozorovania. Taliansky amatérsky astronóm Gianluca Massi na *Bellatrix Observatory* prevádzkuje projekt *Virtual telescope project* (<http://virtualtelescope.bellatrixobservatory.org/>). Komunikácia prebieha formou elektronickej pošty, keďže observatorium nemá internetové rozhranie na rezerváciu pozorovacieho času. K dispozícii sú dva ďalekohľady, 43cm Dall-Kirkham je ideálny na astrofotografiu a 35cm Celestron. Nevýhodou observatória je, že sa nachádza v strednom Taliansku, kde je značné svetelné znečistenie.

### Projekt GLORIA

Robotické, teda automaticky pracujúce ďalekohľady sú jednou z výrazných novinek, ktoré formujú súčasnú modernú astronómiu. V prípade, že je ich viac a navyiac sú umiestnené na rôznych miestach na Zemi, ponúka sa možnosť vzájomne ich prepojiť do „siete“, čím sa získajú unikátne a doposiaľ nerealizované možnosti.

GLORIA je skratkou začiatočných písmen z anglických slov „*GLOBAL Robotic-telescopes Intelligent Array*“ (Globálna inteligentná sieť robotických ďalekohľadov). Po dobudovaní bude prvou sieťou robotických ďalekohľadov s voľným prístupom na celom svete. Užívateľom umožní pozorovať s robotickými ďalekohľadmi a taktiež analyzovať dáta ostatných užívateľov projektu GLORIA alebo dáta z voľne dostupných databáz, ako je napríklad *Európske virtuálne observatórium* (<http://www.euro-vo.org>).

Cieľom projektu je teda vytvoriť voľne prístupnú inteligentnú sieť robotických ďalekohľadov po celom svete. Hlavnú myšlienku projektu je možné stručne charakterizovať ako:

„Čím viac očí bude sledovať oblohu, tým viac a významnejších vedeckých objavov je možné očakávať“ [3]. Zmyslom projektu GLORIA je spojiť 17 robotických ďalekohľadov, ktoré sú v súčasnosti už v prevádzke alebo vo vývoji, do jednotnej inteligentnej siete. Projekt GLORIA podporila aj Európska únia. Jej úplné spustenie do prevádzky sa plánuje v rokoch 2012-2014 a podieľať sa na nej bude 13 inštitúcií zo Španielska, Talianska, Ruska, Poľska, Chile, Írska, Veľkej Británie a Českej republiky. V súčasnosti 12 robotických ďalekohľadov už pracuje na rôznych vedeckých úlohách. Tri ďalekohľady začali pracovať už tesne pred začiatkom projektu a posledné dva ďalekohľady budú nainštalované v priebehu trvania projektu. V budúcnosti bude možné, aby aj zúčastníci z iných krajín mohli zapojiť svoje robotické ďalekohľady do siete. [3]

Do siete a do pozorovaní ďalekohľadmi sa bude môcť zapojiť prakticky každý, vrátane amatérskych astronómov, učiteľov, žiakov a študentov všetkých typov a stupňov škôl z celého sveta. Jedinou podmienkou je prístup na internet. GLORIA sa tak stane historicky prvou svetovou sieťou robotických astronomických ďalekohľadov s verejným prístupom. [3]

Projekt GLORIA teda ponúka spôsob, ako nasmerovať „tisíce očí a myslí“ na riešenie astronomických problémov. Taktiež ponúka možnosť prevádzania reálnych experimentov, pričom pre prácu v sieti budú zadefinované voľne dostupné štandardy, protokoly a metodika pre: [1]

1. Ovládanie robotických ďalekohľadov a s nimi súvisiacich zariadení, ako sú CCD kamery, optické filtre apod.;
2. Prístup k sieti a jednotlivým ďalekohľadom pomocou portálu na internete;
3. Prevádzanie on-line experimentov pomocou prístupu k ďalekohľadom pri určitých špecifických príležitostiach;
4. Prevádzanie off-line experimentov pomocou vhodného internetového rozhrania pre analýzu astronomických dát získaných v rámci projektu GLORIA alebo z iných databáz.

Veľká pozornosť sa v projekte venuje práve zapojeniu a vyučovaniu detí a mládeže v rámci motta „dnešné deti budú astronómia budúcnosti“ [3]. Záujem detí a mládeže o astronómiu organizátori projektu chcú vzbudiť viacerými spôsobmi, vrátane prípravy piatich živých internetových vysielaní unikátnych astronomických úkazov (napríklad úplne a od nás neviditeľné zatmenia Slnka a Mesiaca, prechod Venuše pred slnečným diskom apod.). Predpokladom úspechu je však široká účasť škôl nielen zo všetkých zúčastnených krajín, ale aj zo škôl iných krajín sveta, spolupráca s učiteľmi a podpora vyučovania vedy ako celku. Možnosť pozorovania ďalekohľadom umiestneným na opačnej poloruči a sledovanie vesmírnych objektov na južnej oblohe pre nás neviditeľných bude určite veľkým lákadlom nie len pre žiakov a študentov, ale aj pre ich učiteľov a rodičov. [3]

### Využitie vzdialených astronomických pozorovaní vo vyučovaní

Vzdialené astronomické pozorovania predstavujú nový spôsob využitia moderných technológií vo vzdelávacom procese. Na jednej strane z hľadiska kognitívnych cieľov umožňuje u žiakov a študentov rozširovať poznanie, rozvíjať tvorivé myslenie a spájať poznatky do uceleného systému poznania. Na strane druhej z hľadiska vzdelávacích cieľov u žiakov a študentov umožňuje rozvíjanie samostatnosti pri práci, rozvíjať tvorivý prístup, získavať a triediť informácie z rôznych zdrojov, prezentovať výsledky svojej práce, argumentovať, pra-

covat' s modernými technologiemi, zovšeobecňovat' výsledky a aplikovat' ich na iné situácie, možnosť pracovať s konkrétnymi a vlastnoručne získanými informáciami a možnosť ich vyhodnocovať, uvažovať medzipredmetové vzťahy apod. [6]

Aj keď prvé robotické ďalekohľady boli používané len na univerzitnej úrovni, v súčasnosti je možné ich používať na všetkých stupňoch vzdelávania, od predprimárneho vzdelávania až po univerzitné vzdelávanie pri vyučovaní fyziky, chémie, matematiky, geografie, informatiky, ako aj integrovaného vyučovania s využívaním medzipredmetových vzťahov najmä medzi prírodovednými vyučovacími predmetmi.

Vzdialené astronomické pozorovania je možné veľmi vhodne využiť ako ukážku v rámci vysvetľovania nového učiva na vyučovacej hodine, ako demonštračný experiment v rámci praktických cvičení, pri zadávaní projektov v rámci projektového vyučovania apod.. Podobne je veľmi vhodne ich využiť aj v rámci astronomických alebo prírodovedných krúžkov, prezentácii zaujímavých astronomických javov a úkazov apod..

### Záver

Vzdialené astronomické pozorovania majú oproti využívaniu vlastných astronomických ďalekohľadov viaceré výhody. V prvom rade je to možnosť zdieľania pre školy a vzdelávacie inštitúcie po celom svete, čím sa znižujú celkové náklady na nákup a na údržbu ďalekohľadov a tiež umožňujú názornejšie vyučovanie a lepšie pochopenie a zvládnutie preberaného učiva. Vzhľadom na špecifiká astronómie, vzdialené astronomické pozorovania poskytujú možnosť realizácie experimentov a pozorovania javov a procesov, ktoré na vyučovacej hodine alebo v bežnom školskom fyzikálnom laboratóriu nie sú realizovateľné.

Veľkou výhodou vzdialených astronomických pozorovaní je aj skutočnosť, že pozorovania nevyžadujú neustály dohľad učiteľa pri pozorovaní vesmírnych telies, keďže žiaci alebo študenti neprichádzajú do priameho styku s ďalekohľadmi. Učiteľom umožňujú zvýšiť u žiakov záujem a motiváciu o študovaný predmet, v ktorom sa vzdialené astronomické pozorovania využijú a taktiež realizovať pozorovania v ktoromkoľvek čase a na ktoromkoľvek mieste na svete, aj keď astronómia je „nočná“ veda.

Nielen vzdialené experimenty vo fyzike, ale aj vzdialené astronomické pozorovania sú novými aplikáciami a využívaním moderných technológií vo vzdelávacom procese. Učiteľom umožňuje realizovať nové formy a metódy vzdelávania a žiakom alebo študentom samostatné astronomické pozorovania z pohodlia domova, v ktoromkoľvek čase a na ktoromkoľvek mieste na svete.

Využívaním vzdialených astronomických pozorovaní je možné u žiakov a študentov zvyšovať záujem o štúdium fyzikálnych javov prebiehajúcich vo vesmíre a vzbudiť u nich záujem o vedeckú prácu. Žiaci a študenti sa tak naučia vnímať fyziku a jej časť astronómiu, ako neoddeliteľnú súčasť prírodných vied. Tak budú rozvíjať svoje tvorivé myslenie a zručnosti integrované vo viacerých oblastiach súčasne. To je zároveň aj spôsob, ako z nich vychovať samostatných, logicky mysliacich a kreatívnych jedincov súčasnej náročnej a neustále sa rozvíjajúcej informačnej spoločnosti. [6]

### PodĎakovanie

Článok vznikol s podporou grantovej agentúry KEĎA v rámci riešenia projektu KEĎA 032KU-4/2012.

### Literatura

1. *GLORIA Project*. [online]. [citované 9.5.2013]. Dostupné na internete: <<http://gloria-project.eu/2013/04/intro-cz/#more-3329>>.
2. HUDEC, R.: *Robotické dalekohledy číhají na gigantické záblesky*. In. Třetí pól. Ročník 7, č. 2, Duben 2007. s. 3. [online]. [citované 9.5.2013]. Dostupné na internete: <<http://3pol.cz/download/duben2007.pdf>>.
3. HUDEC, R.: *GLORIA přenese noční oblohu i do školních tříd*. In. Třetí pól. Ročník 4. elektronický ročník, č. 4, 2011. s. 11. [online]. [citované 9.5.2013]. Dostupné na internete: <<http://3pol.cz/download/prosinec2011.pdf>>.
4. KÜRTI, S.: *Pozorovanie asteroidov : On - line d'alekohľady*. [online]. [citované 9.5.2013]. Dostupné na internete: <<http://www.skaw.sk/remotepage.htm>>.
5. MAŠATA, R.: *Astronomická pozorování na internetu*. In: Astropis. Ročník 6, číslo 3, s. 46–47, 1999. ISSN 1211–0485.
6. OŽVOLDOVÁ, M.: *E-laboratória na internete a ich implementácia do edukačného procesu*. In. Tvorivý učiteľ fyziky V. Smolenice, 15. - 18. apríl 2012. Slovenská fyzikálna spoločnosť, Košice, 2012. Strán 272. s. 193-206. ISBN 978-80-970625-7-6.
7. *Pozorovanie na diaľku : Diaľkovo riadené teleskopy a pozorovanie cez internet*. In: Astronomické investície : Astronomická príručka pre investorov. Neinvestičný fond „TELESKOP“, Snina. 2012. Strán 56. s. 32-51. [online]. [citované 9.5.2013]. Dostupné na internete: <[http://web.astrokarpaty.net/PublikacjeKN/NaWEB1/Astronomicke\\_InvesticieSK.pdf](http://web.astrokarpaty.net/PublikacjeKN/NaWEB1/Astronomicke_InvesticieSK.pdf)>.
8. *The IAU Strategic Plan 2010 – 2020 “Astronomy for the Developing World - Building from IYA2009”*. International Astronomical Union. 2012. Strán 61. [online]. [citované 9.5.2013]. Dostupné na internete: <[http://iau.org/static/education/strategicplan\\_2010-2020.pdf](http://iau.org/static/education/strategicplan_2010-2020.pdf)>.

### Kontaktná adresa

PaedDr. Ing. Peter Hanisko, PhD.  
Katolícka univerzita v Ružomberku  
Pedagogická fakulta, Katedra fyziky  
Hrabovská cesta 1  
034 01 Ružomberok  
Slovenská republika  
Telefon: +421 905 983 969  
E-mail: peter.hanisko@ku.sk

### Konceptuální úlohy pro aktivní učení na základní škole

Eva HEJNOVÁ

#### Abstrakt

V příspěvku jsou představeny úlohy, pro které se v zahraničí užívá názvu „concept cartoons“ (konceptuální úlohy nebo obrázky). Tato forma zadání úloh vyvolává zcela přirozeně diskusi mezi žáky, kteří mohou vyslovovat své myšlenky, klást si vzájemně otázky, formulovat hypotézy, navrhnout vysvětlení a zdůvodňovat svoji argumentaci. Úlohy také mohou být vhodným východiskem pro experimentování a bádání. V příspěvku je uvedena charakteristika tohoto typu úloh a možnosti jejich využití na základní škole. Dále jsou zařazeny dvě ukázky ze souboru úloh k tématu Pohybové zákony, které byly zpracovány ve formě „concept cartoons“ pro žáky základních škol.

### Development of pupils' science literacy with the use of an interactive whiteboard

#### Abstract

The contribution deals with tasks or problems that are called „concept cartoons“ abroad. Concept cartoons provide a stimulus for discussion and argument, challenge and develop the learners' ideas, promote thinking and reasoning, help learners to ask questions mutually, formulate their hypotheses, propose explanations and justify their reasonings. Concept cartoons often provide starting points for scientific investigation and enquiry too. In the contribution there is a characteristic of this type of tasks and possibilities of their use at basic schools. Some concept cartoons for the topic „Motion and force“ for pupils at basic schools are a part of the contribution.

#### Úvod

Většina učitelů se zřejmě shodne na tom, že kvalita výuky závisí ve velké míře na otázkách, jež učitelé svým žákům kladou, a také na úlohách, resp. problémech, které žákům předkládají. V neposlední řadě záleží také na formě, v jaké je úloha žákům zadána, a samozřejmě také na tom, jak s ní při výuce učitel pracuje. Je známou skutečností, že žáci přicházejí do výuky fyziky s prekoncepce v různých oblastech. Prekoncepce (též nazývané intuitivní představy, často také miskoncepce, mylné představy apod.) se vytvářejí od raného dětství na základě bezprostředního vnímání a pozorování okolního světa, na základě intuitivního zobecňování svých zkušeností a často bývají v rozporu s vědeckými poznatky (Mandíková, 2011).

Pro zjišťování těchto představ mohou učitelé dobře využít například konceptuální mapy, písemná vyjádření žáků, kresby nebo diskuse (Chin, 2009). Obecně se dá říci, že existuje velké množství literatury (zejména zahraniční), která identifikuje žákovské představy, ale jen velmi málo literatury, která dává návod, co by se s tím mělo dělat (Keogh, 1997). V literatuře najdeme často popis výzkumů, které se zaměřují na konstruktivistický přístup k výuce. Závěry těchto výzkumů zpravidla poukazují na užitečnost tohoto přístupu při restrukturování žá-

kovských představ (<sup>1</sup>Naylor, 1999). Aplikace konstruktivistického přístupu do běžné školní třídy s větším množstvím žáků bývá však značně diskutabilní.

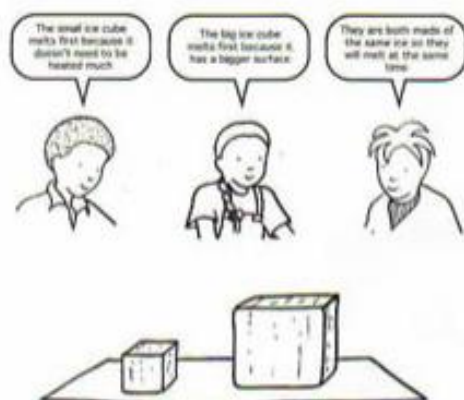
Jednou z cest, která poskytuje velký potenciál pro využití v běžné školní praxi, je vyučovací metoda založená na tzv. „concept cartoons“ (v českém překladu by bylo možné použít názvu konceptuální úlohy nebo obrázky). Tato forma zadání úloh vyvolává zcela přirozeně diskusi mezi žáky, během níž mají příležitost zapojit se do interaktivního rozhovoru ve skupině, mohou vyslovovat své myšlenky, klást si vzájemně otázky, generovat tvrzení, navrhnout vysvětlení a zdůvodňovat svoji argumentaci. Tento druh projevu je obhajován mnohými výzkumníky jako nejen lepší reprezentování povahy vědy, ale i jako provokující kritičtější myšlení a rozvíjení konceptuálního myšlení.

V příspěvku bude nejprve uvedena charakteristika úloh a možnosti jejich využití ve školní praxi i pro mimoškolní aktivity. V další části příspěvku budou prezentovány dvě ukázky úloh týkající se tématu Pohyb a síla. Formulace a způsob zpracování úloh je zaměřeno pro žáky základních škol, ale lze je využít i na středních školách. Na závěr příspěvku stručně uvedu, jak lze s konceptuálními obrázky pracovat ve výuce.

### Co jsou to „concept cartoons“

Ke zjišťování porozumění základním pojmům, tj. toho jak studenti dané látce opravdu rozumějí, slouží tzv. konceptuální testy. Jejich výhodou je, že se dají snadno a rychle vyhodnotit (lze dobře využít i hlasovací metodu) a jsou velmi spolehlivé. Vhodné jsou však spíše pro studenty středních, či vysokých škol. V české verzi existuje pouze test Force Concept Inventory (dále jen FCI) – Porozumění pojmu síla (Hestenes, 1992) a některé testy jsou k dispozici také ve slovenštině (Hanč, 2007).

Úlohy z těchto konceptuálních testů jsou pro běžného žáka ze základní školy náročné, neboť bývají zpravidla poměrně textově rozsáhlé a kladou velké nároky na jejich čtenářskou gramotnost. Jednou z cest, jak text v úlohách minimalizovat, je využít úloh ve formě jednoduché kresby, v originální anglosaské literatuře označovaných jako „concept cartoons“ (obr. 1).



Obr. 1 (ukázka je převzata z Naylor, 2010)

V České republice není tento typ úloh zatím běžně ve výuce používán a neexistuje proto také žádný ustálený český ekvivalent k anglickému názvu. Z tohoto důvodu budeme v dalším textu pro naše potřeby používat pro tento typ úloh označení konceptuální obrázky nebo konceptuální úlohy (jednoduše lze také říci, že jde o „úlohy s bublinou“).

Úlohy tohoto typu začaly být vytvářeny v roce 1992 pro učitelské kurzy, a to konkrétně pro učitele na 1. stupni (<sup>2</sup>Naylor, 1999; Naylor, 2010). Konceptuální obrázky byly původně vytvořeny pro 9 až 13leté žáky, ale v současné době jsou používány v zahraničí ve všech fázích primárního i sekundárního vzdělávání (Stephenson, 2002).

Jednoduše lze říci, že „concept cartoon“ má podobu kresby ve stylu komiksu (obr. 1), ve které se předkládá několik názorů na předložený problém (zpravidla tři až čtyři). Počet mluvčích se přitom zpravidla odvozuje od počtu miskonceptů, které byly pro danou oblast výzkumu identifikovány (Naylor, 2010). V jistých ohledech nejsou úlohy nijak výjimečné, vlastně jsou to jakési otázky typu multiple-choice, oproti běžným multiple-choice otázkám je ale přidán obrázek nebo fotografie a dialog mezi osobami, které vyjadřují názor. Důležitý je také důraz na to, aby fyzikální problémy, o nichž se diskutuje, byly uvedeny do kontextu se situacemi, které jsou žákům blízké, nebo aby *vycházely* ze situací, které jsou pro žáky přitažlivé. Toto jsou aspekty, které tradičním otázkám s možností výběru odpovědi chybějí.

Konceptuální úlohy jsou konstruovány tak, aby provokovaly žáky k diskusi a přemýšlení o daném problému a vedly je k vědeckému myšlení. Z odpovědí jednotlivých mluvčích je zpravidla jedna z přírodovědného hlediska akceptovatelná. Ale nutně tomu tak být nemusí, neboť každá situace se může „zkomplikovat“ úvahami typu „to závisí na“, „vezmeme-li v úvahu, že“ apod. (<sup>2</sup>Naylor, 1999).

Mezi výhody této formy zadání úloh bývá dále uváděno několik dalších skutečností (Naylor, 2010):

- Text je minimalizován a je uveden ve formě dialogu. Úlohy jsou proto dobře přijímány i dětmi, které ještě nemají dobře rozvinuté čtenářské dovednosti (např. mladšími žáky), nebo mají různé poruchy učení.
- Konceptuální úlohy dobře motivují nejen pro studium fyziky, ale obecně přírodních věd, neboť dávají žákům možnost vyslovit, co si opravdu myslí. Žáci se nebojí chybovat, neboť to není „jejich chyba“, ale názor některého mluvčího, s nímž se ztotožňují.
- Úlohy představují též dobrý nástroj pro formativní hodnocení, protože dovolují učitelům nejenom získat zpětnou vazbu o uvažování žáků, ale také se prostřednictvím názorů jednotlivých mluvčích zaměřit na ty miskoncepce, které jejich žáci mohou mít (Stephenson, 2002).
- Žáci se většinou nehádají, ale opravdu spolu diskutují. Velmi důležité je, že žák musí obhájit svoji myšlenku před těmi ostatními, a to je účinný mechanismus pro rozvoj hlubšího pochopení daného přírodovědného pojmu nebo zákona. Žáci zažívají pocit nejistoty, neboť neslyší jen to, co je správně, ale zjistí, co si o dané věci myslí někdo jiný (např. jeho spolužáci). Žáci se tak učí věřit svým myšlenkám a nevěřit pouze tomu, co říká a co si myslí učitel.
- Alternativní odpovědi vedou k rozvíjení kreativity, neboť v úlohách jsou často prezentovány myšlenky, se kterými se žáci předtím nesetkali. Věda je tak prezentována jako kreativní záležitost, kde je možné zkoumat mnoho věcí a zvažovat více faktorů (ne jako záležitost, kde existuje vždy jedna správná odpověď). Úlohy dávají možnost k rozvoji takových dovedností jako kladení otázek, resp. vyslovování hypotéz, předpovídání, užívání analogií, hodnocení důkazů, kladení otázek a obhajování stanoviska. Úlohy mohou poskytovat dobré východisko pro další zkoumání a bádání žáků (Papáček, 2010).
- Úlohy často úmyslně integrují přírodovědné pojmy z různých oblastí vědy, což nutí žáky přemýšlet v širším kontextu.



### Soubor konceptuálních úloh k tématu Pohybové zákony

Jako učební pomůcka byl autorkou příspěvku připraven soubor 17 konceptuálních úloh na téma Pohybové zákony. Formulace některých úloh vycházejí z publikace Naylor, 2010 a Hestenes, 1992. Formulace problémů i názory jednotlivých mluvčích jsou zpracovány a formulovány tak, aby byly přístupné žákům ze základních škol.

Každá úloha je uvozena stručnou formulací problému ve formě jedné nebo dvou vět (zpravidla oznamovacích). Zadání problému je pro názornost doplněno fotografií, nebo jednoduchou kresbou. K problému se vyslovují tři nebo čtyři diskutující děti, které vyjadřují své názory. Jeden z jejich názorů je zpravidla „vědecky přijatelný“, tj. lze ho přijmout jako správnou odpověď. Kromě toho je v každé úloze zařazen na konci ještě jeden mluvčí, který žádný názor nevyslovuje, ale říká pouze „*Nemáte pravdu. Já si myslím, že...*“. Tato forma nedokončené věty vybízí žáky, aby hledali i jiná možná řešení než ta, která byla prezentována diskutujícími dětmi. To dává možnost pro vyslovení dalších názorů zejména přemýšlivějším žákům, kteří dokáží zahrnout do svých úvah i další podmínky a okolnosti.

Ke každé úloze je také zpracována metodická poznámka, ve které je předložený problém podrobněji diskutován, zejména z hlediska typických miskoncepcí, jež žáci obvykle v souvislosti se zadaným problémem zastávají. V poznámkách jsou také v některých případech uvedeny náměty na další aktivity, které lze se žáky provádět v souvislosti s uvedeným problémem.

Úlohy jsou k dispozici v PDF formátu a jsou také zpracovány pro využití na interaktivní tabuli typu ACTIVboard. Učitel si ale může vybrat jen některé úlohy a ty případně vytisknout a použít jako pracovní listy.

V dalším textu uvedeme ukázky dvou konceptuálních úloh (Sněžný skútr a Vesmírná procházka).

#### Úloha Sněžný skútr (obr. 2)

**Pohybové zákony** *Sněžný skútr*

Honza jede na sněžném skútru po vodorovné cestě stálou rychlostí.

**A**  
Tahová síla motoru je větší než třecí síla, aby skútr mohl jet dopředu.

**B**  
Třecí síla je větší než tahová síla, jinak by skútr zrychloval.

**C**  
Obě síly jsou stejně velké, jejich výslednice je nulová.

**D**  
Nemáte pravdu. Já si myslím, že ...


**Poznámka**


Obr. 2


### Úloha Vesmírná procházka (obr. 3)


Tato úloha byla zpracována podle (Naylor, 2010).


**Pohybové zákony** *Vesmírná procházka*


**A**  **Kosmonaut se odrazí nohama od kosmické lodi, ke které není připoutaný. V blízkosti lodi není žádná hvězda, planeta nebo jiné těleso.**

**B**  **Pokud se kosmonaut odrazil jen málo, brzy se jeho pohyb zastaví.**

**C**  **Kosmonaut se nemůže od lodi vůbec odrazit, protože ve vesmíru není žádné tření.**

**D**  **Kosmonaut se bude od lodi navždy vzdalovat.**

**E**  **Kosmonaut bude přitážen zase nazpátek díky gravitační síle, kterou na něj bude kosmická loď působit.**

**Martina**  **Nemáte pravdu. Já si myslím, že ...**

Pohyb astronautů při opravách kosmické lodi si můžete prohlédnout na videonahrávce na adrese <http://www.youtube.com/watch?v=gMxQEhU6hM>

Poznámka

Obr. 3

### Jak lze s úlohami pracovat ve výuce

Učitelé nejčastěji využívají tento typ úloh pro skupinovou výuku, ale je možné je využít i pro samostatnou práci žáků. S úlohami lze pracovat ve všech částech hodiny, mohou sloužit k motivaci, výkladu i opakování. Způsob využití úloh závisí na učiteli i možnostech dané třídy.

Osvědčený postup práce s úlohami je podle <sup>2</sup>Naylor (1999) takový, že se žák nejprve individuálně seznámí s úlohou. Poté následuje diskuse ve skupině (osvědčily se menší skupiny po třech až čtyřech žácích). V této fázi může do diskuse zasáhnout i učitel, pokud je to na místě. Po diskusi následuje provedení jednoduchého pokusu, případně rozsáhlejšího bádání nebo jiná aktivita založená na výzkumu, která žáky dovede k ujištění, že jejich stanovisko je správné (tato fáze je důležitá jak pro žáky, kteří mají představy správné, tak i pro ty, co zastávají alternativní názory). Potom následuje celotřídní diskuse, ze které vyplyne, která alternativa z nabízených odpovědí je nejpřijatelnější a proč jsou jiné alternativy méně přijatelné, nebo zcela nepřijatelné. Důležité je, aby si při tom každý žák uvědomil, co vedlo ke změně jeho názoru na předložený problém. Tímto způsobem může dojít k cenné rekonstrukci žákových mylných představ. Pro samostatnou práci žáků nebo pro práci ve skupinách jsou pro zvýšení efektivity celého procesu doporučovány pracovní listy (Kabapinar, 2005).

Existují ale i různé způsoby, jak lze výše uvedený postup pozměnit. Např. lze vymazat některé bubliny pro řeč a nechat žáky psát vlastní názory; učitel může psát text do bublin přímo na tabuli na základě názorů žáků; jednotlivé skupiny žáků mohou vytvořit vlastní úlohu; je možné také zahrát role, ve kterých žáci mohou stranit různým mluvčím a obhajovat, proč je jejich názor správný apod.

Při práci s úlohami je možné také využít hlasovacích zařízení, přičemž je možné hlasovat i o každé odpovědi zvlášť. Žáci pak vyslovují souhlas, či nesouhlas s postojem jednotlivých mluvčích na obrázku (Naylor, 2010).

Učitel v celém procesu výuky hraje nicméně stále důležitou a nezastupitelnou roli, neboť musí do celého procesu aktivně vstupovat, usměrňovat diskusi, klást provokativní otázky a být otevřený žakovským představám (žáci se nesmí bát vyslovovat nahlas své představy, i když jsou chybné, což předpokládá důvěru žáka, že za to nebude nijak zesměšňován či jinak sankcionován, a to jak ze strany spolužáků, tak ze strany učitele.

### Závěr

Jak bylo uvedeno výše, konceptuální úlohy mohou podporovat kladení otázek a přemýšlení studentů, stimulovat vyjadřování a argumentaci, která pomáhá žákům rozvíjet porozumění pojmům. Učitelům mohou tyto úlohy sloužit jako nástroj k diagnostikování miskonceptů a k identifikaci mezer ve znalostech žáků, kterým se pak mohou ve výuce dále věnovat. Otázky kladené žáky poskytují také hlubší vhled do toho, jak žáci o daném problému přemýšlejí. Důležitá je také skutečnost, že se ze strany žáků nejedná o jednoduché otázky na fakta, ale o uvažování o hypotézách, předpovídání a reflektivní myšlení, které často vyžaduje promyšlenou netriviální odpověď.

Učitelé, kteří úlohy tohoto typu používají (a potvrdilo se to i u našich učitelů, kteří pracovali s vytvořeným souborem úloh k tématu Pohyb a síla), většinou uvádějí, že žáci jsou motivováni k přemýšlení a diskutování. V zahraniční literatuře je často uváděna také zkušenost, že i neukáznění a ostýchaví žáci se rádi zapojují do diskusí i zkoumání, protože se necítí nijak ohroženi.

Domnívám se, že vzhledem k pozitivním přínosům tohoto typu úloh je vhodné seznamovat s nimi v co nejširší míře i naše učitele, např. prostřednictvím různých seminářů, literatury, v rámci pregraduální přípravy budoucích učitelů apod. Úlohy by však měly být učitelům k dispozici v knižní i elektronické podobě, podobně jako je tomu v zahraničí. Zároveň by bylo vhodné poskytnout učitelům metodické příručky a pracovní listy. Zájemcům o výše prezentovaný soubor úloh proto nabízím možnost, aby si úlohy vyzkoušeli ve své praxi (na požádání je možné zájemcům úlohy zaslat v elektronické podobě). Věřím, že tyto úlohy přispějí k aktivnímu učení žáků a také k rozvoji jejich vědeckého myšlení.

### Literatura

1. HANČ, J. a kol. Rozumejú alebo memorujú vaši žiaci fyziku, ktorú učíte? Štandardizované konceptuálne a postojové testy ako nástroje hodnotenia výučby. In *Rozvoj schopností žiakov v prírodovednom vzdelávaní*. Ed. Ľubomír Zelenický. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa a Pobočka JSMF v Nitre, 2007. ISBN 978-80-8094-082-9.
2. HESTENES, D., WELLS, M., SWACKHAMER, G. Force Concept Inventory 1992. *Physics Teacher*, 1992, vol. 30, no. 3, s. 141 – 158 (česká verze BUREŠOVÁ, J., MANDÍKOVÁ, D., 2008)
3. CHIN, CH., TEOU LAY - YEN Using CC in Formative Assessment: Scaffolding students' argumentation. *International Journal of Science Education*, July 2009, vol. 31, no. 10, s. 1307-1332.
4. KABAPINAR, F. Effectiveness of Teaching via Concept Cartoons from the Point of View of Constructivist Approach. *Educational Sciences: Theory & Practice*, May 2005, vol. 5, no. 1, s. 135-146.

5. KEOGH, B., NAYLOR, S. Making sense of constructivism in the classroom. *Science Teacher Education*, September 1997, vol. 7, no. 20, s. 12-14.
6. MANDÍKOVÁ, D., TRNA, J. *Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky*. 1. vyd. Brno: Paido, 2011. 245 s. ISBN 978-80-7315-226-0.
7. <sup>1</sup>NAYLOR, S., KEOGH, B. Concept cartoons, teaching and learning in science: evaluation. *International Journal of Science Education*, April 1999, vol. 21, no. 4, 431-446.
8. <sup>2</sup>NAYLOR, S., KEOGH, B. Constructivism in Classroom: Theory into Practise. *Journal of Science Teacher Education*, May 1999, vol. 10, no. 2, s. 93-106.
9. NAYLOR, S., KEOGH, B. *Concept Cartoons in Science Education*. 2. vyd. Sandbach: Milgate House Publishers, 2010. 194 s. ISBN 9780-955626081-1.
10. PAPÁČEK, M. Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*, 2010, vol. 1, no. 1, s. 33-49. ISSN 1804-7106.
11. STEPHENSON, P., WARWICK, P. Using concept cartoons to support progression in students' understanding of light. *Physics Education*, March 2002, vol. 37, no. 2, 135-141.

### Kontaktní adresa

RNDr. Eva Hejnová, Ph.D.

Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta Univerzity J. E. Purkyně

České mládeže 8, 400 96 Ústí nad Labem

Telefon: +420 475 283 316

E-mail: eva.hejnova@ujep.cz

### Využití sloupcového zápisu vektorů ve fyzice

Josef HORÁLEK, Agáta VARGOVÁ

#### Abstrakt

Príspevek predstavuje možnosti využiti sloupcového zápisu vektoru. Představuje základní principy tohoto zápisu a průběžné výsledky v úspěšnosti řešení úloh s vektory v klasickém a sloupcovém zápisu.

### The Use of Column Vectors in Physics

#### Abstract

The article introduces possibilities of using column vector. Main principles of this notation type as intermediate results of successful solutions of problems with row and column vectors are showed.

#### Úvod

Při řešení fyzikálních úloh a příkladů pracujeme s fyzikálními veličinami, tedy s veličinami, které jsou, na rozdíl od technických a kvalimetrických veličin, definovány obecně, tj. nezávisle na metodice měření a zpravidla vztahem k jiným fyzikálním veličinám. Jak dobře víme, u některých fyzikálních veličin je potřeba k vyjádření dané vlastnosti více číselných hodnot (složek), neboť vlastnost je závislá na orientaci v prostoru (vzhledem ke zvoleným směrům souřadného systému). Fyzikální veličiny pak např. dle [1] dělíme na:

- Skalární veličiny (tj. skaláry), které jsou určeny svou velikostí a jednotkou, přičemž nezávisí na volbě souřadné soustavy, v níž je daná veličina měřena.
- Vektorové veličiny (tj. vektory), jež jsou určeny svou velikostí, jednotkou a směrem. Vektory pak lze chápat jako rozšíření pojmu fyzikální veličina na uspořádanou  $n$ -tici číselných hodnot se stejnou jednotkou, kde  $n$  značí počet tzv. složek. Pro určení směru je totiž potřeba udat tolik složek, jako je počet os souřadné soustavy.
- Tenzorové veličiny (tzv. tenzory) jsou určeny počtem hodnot (složek) rovným počtu os souřadné soustavy umocněným na tzv. řád tenzoru.

Rozdíl ve vnímání a významu skalárních a vektorových fyzikálních veličin a jejich osvojení, pak často patří k jedné z nejobtížnějších částí fyziky. Pro správné pochopení významu práce s vektory jsou (tedy) hledány nejrůznější didaktické metody a přístupy jak tuto problematickou část kombinující znalosti a dovednosti z matematiky a fyziky představit a naučit studenty. Jedním z přístupů, s kterými se lze setkat v anglosaských zemích, je sloupcový zápis vektorů, jež bude dále představen, včetně jeho využití na několika fyzikálních příkladech.

### Motivace pro využívání sloupcového zápisu vektorů

Se samotným principem zápisu a využití se lze setkat v několika zahraničních publikacích vytvořených v rámci projektu The School Mathematics Project [2], jehož cílem bylo připravit studijní materiály pro zkoušky IGCSE. Autoři projektu zařadili mezi matematické aplikace také fyziku, která využívá matematický aparát pro vyjádření zákonů a vztahů mezi fyzikálními veličinami. Mezi výsledky pak např. patří sbírky příkladů [3] a [4] a učebnice fyziky pro zkoušky IGCSE [5] a [6]. V neposlední řadě lze poukázat na učebnici fyziky shrnující poznatky klasické a moderní fyziky potřebné pro studium v bakalářském stupni [7].

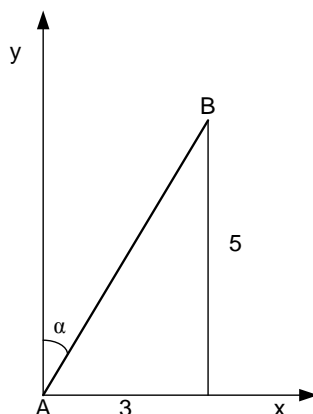
Využívaná metoda sloupcového zápisu vektoru je důležitá i z pohledu samotného zápisu jako ikonického modelu. Je zřejmé, že matematické vyjádření závislosti fyzikálních veličin je matematickým modelem, ale také se na zápis lze dívat jako na ikonický model. Tento význam je pak o to důležitější, představíme-li si pod zápisem vektorů konkrétní fyzikální veličinu jako je rychlost, síla či hybnost. Tyto fyzikální veličiny znázorňujeme v osách souřadnic, kde je možné využít možnosti optické vazby studenta mezi grafem, kde jsou vyneseny jednotlivé vektory a jejich matematickým zápisem, kde jsou v jednotlivých řádcích vektoru zapsány jednotlivé složky. Toto přispívá k jednoznačnějšímu a méně chybovému přiřazování jednotlivých hodnot a jejich zápisu.

### Zápis sloupcových vektorů

Obecný zápis sloupcového vektoru je následující  $\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$ . Vztah mezi složkami sloupcového vektoru a jednotkovými vektory  $\vec{i}, \vec{j}$  je  $\vec{i} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$  a  $\vec{j} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ .

Jako příklad si vezměme vektor o složkách  $\begin{bmatrix} 3 \\ 5 \end{bmatrix}$  m nebo  $(3\vec{i} + 5\vec{j})$  m. Velikost vektoru je pak dána známým vztahem  $|\overline{AB}| = \sqrt{3^2 + 5^2}$  m = 5,83 m. Sloupcového zápisu vektoru využijeme i k výpočtu úhlu  $\alpha$  výsledného vektoru od osy y pomocí funkce tangens, kdy je definován jako:

$$\tan \alpha = \frac{x}{y} = \frac{3}{5} \Rightarrow \alpha = \tan^{-1} \frac{3}{5} = 31^\circ.$$



Obr. 1 Grafické znázornění vektoru

Máme-li zadán výsledný vektor a úhel s osou  $y$ , je výpočet jednotlivých složek velice jednoduchý  $\begin{bmatrix} 5,83 \sin 31^\circ \\ 5,83 \cos 31^\circ \end{bmatrix}$ .

Tohoto zápisu lze pak efektivně využívat v kombinaci s grafickým zápisem vektorů, hledáním výsledného vektoru a základních matematických operací. Rozložení zápisu vektoru pomocí sloupcového vektoru studentům usnadňuje orientaci v jednotlivých složkách, jelikož jsou všechny hodnoty dané složky vektoru v jednom řádku. Významným přínosem je pak využití sloupcových vektorů při výpočtu vektorových fyzikálních veličin. Jako modelový příklad použijeme pohyb golfového míčku, jehož pohyb popisuje polohový vektor  $\vec{r} = (10t\vec{i} + (30t - 5t^2)\vec{j})$  m. Úkolem je určit rychlost míčku při jeho prvním dopadu.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10t \\ 30t - 5t^2 \end{bmatrix}$$

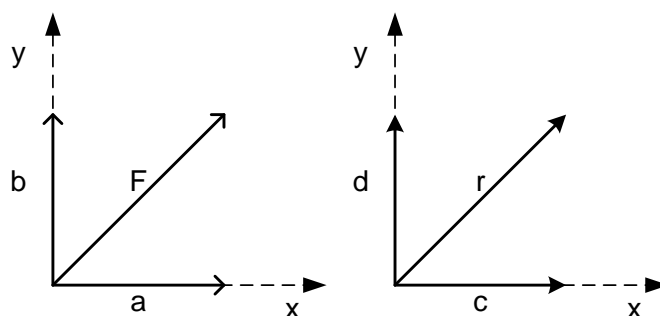
$$30t - 5t^2 = 0$$

$$t = 0 \text{ nebo } 6 \text{ s.}$$

Vektor rychlosti pak vyjádříme jako  $\vec{v} = \begin{bmatrix} 10 \\ 30 - 10t \end{bmatrix} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Pro čas 6 s platí, že  $\vec{v} = \begin{bmatrix} 10 \\ -30 \end{bmatrix} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  a rychlost vypočteme  $v = \sqrt{10^2 + 30^2} = 31,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Dalším významným příkladem pro využívání sloupcových vektorů je výpočet skalárního součinu.

Máme-li sílu  $\vec{F} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ , kde můžeme jednotlivé složky síly nahradit  $\vec{a} = \begin{bmatrix} a \\ 0 \end{bmatrix}$ ,  $\vec{b} = \begin{bmatrix} 0 \\ b \end{bmatrix}$  a vektor posunutí  $\vec{r} = \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix}$  s jednotlivými částmi  $\vec{c} = \begin{bmatrix} c \\ 0 \end{bmatrix}$ ,  $\vec{d} = \begin{bmatrix} 0 \\ d \end{bmatrix}$ . Úkolem je určit práci, kterou vykoná síla působící na těleso, které posune ve směru vektoru posunutí.



Obr. 2 Grafické znázornění vektoru síly a posunutí

$$\begin{aligned} \vec{F} \cdot \vec{r} &= (\vec{a} + \vec{b}) \cdot (\vec{c} + \vec{d}) = \vec{a} \cdot \vec{c} + \vec{a} \cdot \vec{d} + \vec{b} \cdot \vec{c} + \vec{b} \cdot \vec{d} \\ &= ac \cos 0^\circ + ad \cos 90^\circ + bc \cos 90^\circ + bd \cos 0^\circ = ac + bd. \end{aligned}$$

Využijeme-li sloupcový zápis vektorů, dostáváme pro sílu  $\vec{F} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 \\ 3 \end{bmatrix}$  a pro vektor posunutí  $\vec{r} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 4 \end{bmatrix}$ . Práce, vykonaná silou při pohybu ve směru vektoru posunutí, je rovna  $\vec{F} \cdot \vec{r} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = ax + by = 12$ .

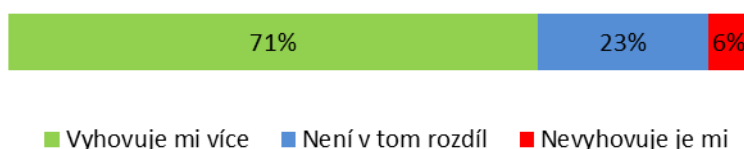
V souladu s [3] a [4] je zřejmé, že pomocí výše zmíněného zápisu, který využívá pro práci s vektory jejich sloupcový zápis, je vysoce pravděpodobné, že v úlohách, ve kterých je nutné využít skalární součin, budou studenti méně chybovat.

### Sloupcové vektory ve výuce

Na Fakultě elektrotechniky a informatiky Univerzity Pardubice byla výše zmíněná metoda studentům představena v práci předmětu Fyzika 1, kde jsou, v rámci cvičení zaměřených na popis pohybu a jeho vektorové vyjádření, řešeny ukázkové příklady jak pomocí klasického zápisu vektorů, tak pomocí zápisu sloupcových vektorů. Sloupcový zápis byl využit i při řešení vybraných úlohách zaměřených na využití druhého Newtonova zákona. Po probrání vybraných kapitol byl proveden krátký průzkum na subjektivní hodnocení z pohledu studentů, kde byl studentům položen jednoduchý dotaz „Používání sloupcových vektorů v porovnání s klasickým zápisem“ se třemi možnými odpověďmi:

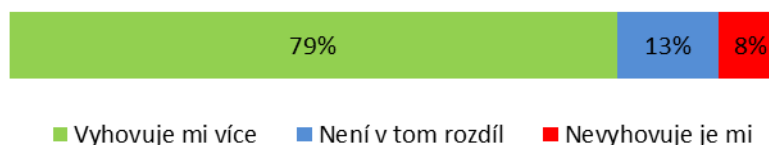
- Vyhovuje mi více.
- Není v tom rozdíl.
- Nevyhovuje mi.

#### Používání sloupcových vektorů v porovnání s klasickým zápisem (2012)



Graf 1 Subjektivní pohled studentů na využívání sloupcového vektoru – rok 2012

#### Používání sloupcových vektorů v porovnání s klasickým zápisem (2013)



Graf 2 Subjektivní pohled studentů na využívání sloupcového vektoru – rok 2013

Objektivnější pohled na využívání sloupcové reprezentace vektorů lze vysledovat z vyhodnocení řešení konkrétního příkladu, jehož obdoba byla ukázkově řešena v rámci cvičení a



studenti jej dostali vyřešit v rámci opakovací písemné práce. Polovina studentů ze 128 řešila tento příklad zadaný v klasické podobě a druhá polovina jej měla již zadán s využitím sloupcové reprezentace vektorů. Zadání příkladu bylo následující:

*Oryctolagus cuniculus neboli králik evropský vběhl na parkoviště s hrajícími si dětmi. Děti zde chtěly hrát známou hru skákání panáka, ale stihly nakreslit jen dvě na sebe kolmé čáry, které můžeme považovat za osy  $x$  a  $y$ . Okamžitá poloha králíka vzhledem k této soustavě je popsána funkcemi:  $x = -0,31t^2 + 7,2t + 28$  a  $y = 0,22t^2 - 9,1t + 30$ . Čas  $t$  je měřen v sekundách a souřadnice  $x$  a  $y$  v metrech. Polohový vektor  $\vec{r}$  je ve tvaru:  $\vec{r} = x(t)\vec{j} + y(t)\vec{j}$ . Určete velikost a směr rychlosti  $v$  okamžiku  $t = 15$  s.*

Určení velikosti a směru rychlosti v okamžiku $t = 15$ s					
Klasický vektor			Sloupcový vektor		
Velikost rychlosti					
Správně	Pouze složky	Chybný výpočet	Správně	Pouze složky	Chybný výpočet
56,3 %	29,7 %	14,1 %	70,3 %	18,8 %	10,9 %

Tab. 1 Výsledky úspěšnosti řešení výpočtu velikosti rychlosti

Určení velikosti a směru rychlosti v okamžiku $t = 15$ s			
Klasický vektor		Sloupcový vektor	
Směr rychlosti			
Správné určení	Chybný výpočet	Správné určení	Chybný výpočet
70,3 %	29,7 %	79,7 %	20,3 %

Tab. 2 Výsledky úspěšnosti řešení výpočtu směru rychlosti

### Závěr

Z výše uvedených výsledků lze vyzorovat jistý trend ve zvyšování úspěšnosti řešení úloh se zaměřením na vektory s použitím sloupcového zápisu vektoru. Doposud vyhodnocené údaje ze vzorku 128 studentů z roku 2012 napovídají, že znázornění složek vektoru v jednotlivých řádcích, tak jak nám to umožňuje sloupcový zápis, má vliv na úspěšné řešení příkladů s vektory. Tento pozitivní vliv se projevil i v navazujícím předmětu Fyzika 2, jehož hlavní náplní je elektřina, magnetismus a elektromagnetické pole, kde je vektorový popis fyzikálních dějů nezbytný pro správné pochopení dané problematiky a studenti měli v konečném hodnocení vyšší úspěšnost než v předchozích dvou ročnících. V akademickém roce 2012/2013 byla výuka předmětu Fyzika 1 výrazněji orientována na práci se sloupcovým zápisem vektorů, ale výsledky úloh jsou teprve zpracovávány.

### Literatura

1. HALLIDAY, David, Robert RESNICK a JEARL WALKER. *Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky*. 1. české vyd., 2. dotisk. Překlad Jan Obdržálek, Bohumila Lencová, Petr Dub. V Brně: Prometheus, 2006, vii, 1034-1198, [30]. ISBN 80-214-1868-0.

2. SMP: The School Mathematics Project. *The School Mathematics Project* [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.smpmaths.org.uk/>
3. PROJECT, School Mathematics. *Mechanics 1 for Edexcel*. Cambridge [u.a.]: Cambridge Univ. Press, 2005. ISBN 05-216-0536-9.
4. PROJECT, The School Mathematics. *Mechanics 2 for Edexcel*. Cambridge [u.a.]: Cambridge Univ. Press, 2006. ISBN 05-216-0540-7.
5. SANG, David. Cambridge IGCSE Physics. New York: Cambridge University Press, 2010-, v. < 1-2 >. ISBN 05-211-7359-0.
6. POPLÉ, Stephen. *Complete physics for Cambridge IGCSE*. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2010. ISBN 978-019-9138-777.
7. TSOKOS, K. *Physics for the IB Diploma*. 5th ed. Cambridge: Cambridge University Press, c2008, xii, 836 p. ISBN 978-052-1138-215.
8. HORÁLEK, Josef. Modelování ve výuce fyziky. In: VOLF, Ivo a Zdeněk KLUIBER. *50 let fyzikální olympiády - padesát let péče o talenty*. Hradec Králové: MAFY, 2009, s. 172-176. DOI: 80-86148-97-1.
9. HORÁLEK, Josef. Ve výuce přírodních věd - obrazově znakové modely. In: *Nadání žáci – výzva pro učitele: sborník referátů z mezinárodního semináře*. Editor Oldřich Šimoník, Jana Škrabánková, Jan Šťáva. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2009, s. 77-84. ISBN 978-802-1050-396. DOI: 978-80-210-5039-6.

### Kontaktní adresa

Mgr. Josef Horálek  
FEI – Katedra softwarových technologií  
Univerzita Pardubice  
Studentská 95  
532 10 Pardubice  
Telefon: +420 466 037 004  
E-mail: josef.horalek@upce.cz

### Kontaktní adresa

Mgr. Agáta Vargová  
PřF – Katedra fyziky  
Univerzita Hradec Králové  
Rokitanského 62  
500 03 Hradec Králové III  
E-mail: agata.vargova@uhk.cz

### Žijeme ve světě techniky

Rita CHALUPNÍKOVÁ

#### Abstrakt

Autorka popisuje projekt Žijeme ve světě techniky, který si klade za cíl motivovat žáky základních škol ke studiu technických předmětů. Projekt využívá metod aktivního vyučování, podporuje manuální zručnost žáků a snaží se o inovaci obsahu přírodovědných a technických předmětů. Příspěvek popisuje průběh i zpětnou vazbu jednoho projektového dne, jehož náplní bylo seznámit žáky s moderními měřicími přístroji.

### We live in the technical world

#### Abstract

Author describes project We live in the technical world, which is focused of support of motivation to technical subjects at basic school. Project uses method of active teaching, supports manual labour and seeks to do innovation of natural and technical subjects. The article describes one projects' day, where pupils met with modern measure instruments.

### Projekt Žijeme ve světě techniky

Pedagogové a psychologové neustále řeší efektivitu výchovně vzdělávacího procesu. Malá efektivita bývá připisována předimenzovaným osnovám nebo nízké motivovanosti žáků ke studiu. Předimenzované osnovy vyřešilo ŠVP, který si škola sama vytváří. Motivaci žáků je možné ovlivnit vhodnou kombinací používaných metod a organizačních forem vyučování. Motivaci žáků lze zvýšit aplikacemi fyzikálních vědomostí do praxe.

Na Základní škole Seč jsme se rozhodli využít možnosti Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost, který se mimo jiné zaměřuje na oblast rozvoje lidských zdrojů prostřednictvím vzdělávání. V prioritní ose 1 podala škola žádost o podporu projektu Žijeme ve světě techniky (TechSpo). Tento projekt (podpořený z ESF, schválený s registračním číslem CZ.1.07/1.1.28/01.0010) je zaměřen na podporu zájmu žáků o technické předměty a jeho realizace probíhá od května 2012 do března 2015. Jeho cílem je zlepšení podmínek pro výuku technických a přírodovědných oborů (pořizování, popř. vyrábění nových pomůcek), inovace obsahu těchto oborů, podpora manuální zručnosti žáků a postupné zavádění efektivních forem výuky do vyučovacího procesu a podpora týmové spolupráce.

První klíčovou aktivitou je motivační cyklus nazvaný Fyzikální hrátky. Ten si klade za cíl přivést k zájmu o fyziku již žáky prvního stupně. Jedná se o šest dvouhodinových programů pro žáky pátých tříd. Žáci se seznamují se zajímavými pokusy z různých oblastí fyziky s návazností na vlastivědu a přírodovědu. Při Fyzikálních hrátkách je využívána aktivizující metoda badatelsky orientovaného vyučování. Znalosti při tomto způsobu vyučování žák získává v postupných krocích. Žáci stanovují hypotézy, samostatně provádějí experimenty a zkoumají jevy, získávají výsledky, v rámci svých možností je zpracovávají a interpretují. Hodiny vede za přítomnosti třídního učitele učitel fyziky z druhého stupně. V rámci výuky

byly zatím ověřeny následující témata Plamen a svíčka, Magnety, Elektřina a Vajíčka. Téma Akustika a Voda budou odzkoušeny v nejbližší době.

Další klíčovou aktivitou je realizace zájmového kroužku, jehož cílem bylo podpořit zájem žáků, podpořit manuální zručnost a ukazovat žákům to, na co v běžných vyučovacích hodinách není čas (od výroby jednoduchých hraček po pozorování všeho možného pod mikroskopem). Naše původní obava, zda žáci budou mít zájem navštěvovat kroužek, která byla podpořena výsledky výzkumu [3] hovořícího o nezájmu žáků o přírodovědné kroužky, se nenaplnila a zájem mnohonásobně převýšil kapacitu.

Úkolem třetí klíčové aktivity je ukázat žákům využití techniky a fyziky formou exkurzí ve výrobních podnicích. Žáci tak v praxi uvidí konkrétní technické provozy, robotizované linky, třídičky materiálů, použití hydraulických zvedáků apod., seznámí se s různými profesemi v technických oborech.

Poslední klíčovou aktivitou je tvorba nových výukových modulů pro 6. – 9. ročník. Bylo navrženo a zpracováno 10 témat (Hydrostatika v praxi, Vlastnosti a obrábění kovů, Oblévací technika, Elektřina, Robotika, Fyzika na kole, Energetika, Akustika kolem nás, Fyzika v lidském těle a Měřicí přístroje). Pro každý modul byla zakoupena, popř. vytvořena sada pomůcek a zpracována metodika. Pro realizaci těchto modulů jsme zvolili projektovou metodu a skupinové vyučování. Chtěli jsme totiž netradičně a záživnou formou vést tyto moduly, navíc společnost vyžaduje znalost týmové práce a kooperace Odborné studie potvrzují, že efektivita vzdělávání se zvyšuje skupinovým vyučováním [1]. Vytvořené materiály a pomůcky jsou v současné době ověřovány ve výuce. Na tvorbě metodik se podíleli učitelé ZŠ Seč a Slatiňany, učitelé a doktorandi přírodovědné fakulty UHK. Veškeré materiály budou přístupny na [www.zs-sec.cz](http://www.zs-sec.cz) a na školském portále Pardubického kraje.

### Projektový den Měřicí přístroje

Pro ilustraci, jak jsou moduly realizovány, následuje popis jednoho projektového dne nazvaného Měřicí přístroje.

Jedna z činností, která prolíná fyziku ve všech ročnících, je měření fyzikálních veličin. Od měření délky, teploty, elektrického proudu až k měření radioaktivity. Většinou žákům v hodinách ukazujeme archaické metry, zdeformovaná pásma, neměřící barometry. Na těchto starých přístrojích je sice vhodné ukazovat principy měření, ale zároveň by žáci měli vidět propojení s realitou. Řemeslníci (truhláři, sádrokartonáři, zedníci) již dnes nechodí se skládacím metrem a hadicovou vodováhou. Zdravotní sestry v nemocnicích Vás nebudí v ranních hodinách se rtuťovým teploměrem v ruce. Všichni výše jmenovaní používají moderní přístroje, a proto jsme se rozhodli realizovat projekt Měřicí přístroje.

Jedná se o jednodenní projekt zaměřený na seznámení žáků s měřicími přístroji používanými v současné době v běžném životě (doma, v dílně, v práci). Cílem bylo propojit znalosti žáků z oblasti měření fyzikálních veličin s realitou. Zopakovat zásady měření, připomenout fyzikální veličiny, jejich jednotky a měřidla. Ukázat moderní přístroje a seznámit žáky s jejich obsluhou (upozornit na užitečnost a důležitost návodů na obsluhu přístrojů). Pomocí kritického myšlení ukázat na důsledky špatné interpretace naměřených hodnot.

Před začátkem projektu jsme přeskupili nábytek ve třídě a vyzdobili třídu, protože žáci by měli projekt vnímat jako něco výjimečného. Židle byly seskupeny do kruhu a na lavicích byla měřidla z fyzikálního kabinetu (metry, pásma, vodováha, rovníramenné váhy, teploměr, barometr, ampérmetr, voltmetr, ...). S žáky jsme v komunitním kruhu řešili otázku, co zna-

mená zkratka TechSpo, účel projektu Žijeme ve světě techniky a jaké jsou důsledky humanitně zaměřené společnosti. Poté žáci dostali za úkol přemýšlet, co bude náplní projektového dne, co a čím lze měřit, jaké zajímavé měřicí přístroje mají žáci (rodiče) doma.

Zpočátku si žáci nemohli na žádné přístroje vzpomenout. Uváděli pouze lékařské teploměry, krejčovské metry, přestože většina z nich má doma různé váhy, zkoušečky, vodováhy, meteostanice, zapichovací teploměry do masa.

Protože většina moderních přístrojů používala laserový paprsek, museli jsme žáky dostatečně poučit o používání takového přístroje. Přitom jsme zopakovali základní bezpečnostní pravidla. Nejenom bezpečnost a ochrana zdraví je však při práci důležitá, a tak žáci museli sami vymyslet pravidla, abychom se všichni cítili dobře.

Po této úvodní části byli žáci rozděleni do skupin. Metod na rozdělení žáků do skupin je obrovské množství, my jsme zvolili rozřazení pomocí písmenek nalepených na záda. Žáci nemohli mluvit a pomocí prstové abecedy (většina žáků ji zná, pokud ne, dostali instrukce, ať si nějak poradí) si vzájemně sdělili své písmeno na zádech. Poté měli z písmen sestavit čtyřpísmenné slovo (METR) a najít k sobě odpovídající spolužáky s písmenky. Výhodou tohoto rozdělení byla eliminace některých nežádoucích seskupení (písmena byla rozdělena učiteli cíleně).

Každá skupina obdržela jeden pracovní sešit, který je provázel po celý zbytek projektového dne. Prvním úkolem bylo v rámci skupiny sepsat zásady měření. Poté se žáci vydali k jednotlivým stanovištím. Časová dotace pro každé stanoviště byla 40 minut. Nejprve vyplnili do pracovního sešitu úlohy na zopakování základních pojmů, veličin a jednotek, popř. co daný přístroj může měřit. Poté si museli prostudovat zjednodušený návod na obsluhu přístroje a mohlo nastat měření.

Na prvním stanovišti zvaném Termokamera a bezdotykový teploměr, se žáci seznámili s měřením teploty a se záznamem infračerveného záření. Na druhém stanovišti žáci zjišťovali spotřebu energie při ohřívání vody rychlovarnou konvicí a na elektrickém sporáku, vyzkoušeli si detekci elektrického pole bezdotykovou zkoušečkou. Na třetím stanovišti byly detekční přístroje – hledačka kovů a endoskop. Na dalším stanovišti s hlukoměrem a luxmetrem si žáci vyzkoušeli jednoduché měření těmito přístroji. Naměřené hodnoty porovnávali s hygienickými normami. Poslední stanoviště bylo z důvodu bezpečnosti v jiné třídě, kde žáci pomocí laserové vodováhy a laserového měřiče vzdáleností proměřovali velikost třídy a správné upevnění tabule. Zakreslili ve vhodně zvoleném měřítku plánek třídy (i s umístěním oken a dveří).

Po proměření a vyplnění sešitů jsme se opět setkali jako třída v komunitním kruhu. Následovaly aktivity pro celou třídu. Žáci na chodbě našli slova a slovní spojení, která se museli naučit nazpaměť. Poté, co se vrátili z chodby, doplňovali ve třídě odborný text o využití endoskopu a termokamery. Společně potom zkontrolovali a přečetli vyplněný odborný text. Tento text si měli žáci znovu pozorně přečíst. Mezitím jsme na chodbu umístili teze. Žáci dostali úkol: jít na chodbu a donést pouze pravdivé teze, každý alespoň jednu. Nepravdivé teze měli nechat ležet na chodbě. Postupně potom četli (a společně kontrolovali) správné teze.

Závěr celého projektového dne se odehrával opět v komunitním kruhu. Žáci měli hodnotit svoji práci i projektový den. Odpovídali na otázku: Který přístroj Vás nejvíce zaujal?, Co řeknete rodičům na otázku, co jste dnes dělali ve škole (odpověď nic není přípustná), Pracovali jste v rámci skupin všichni? Pomáhali jste si navzájem? Vaše další hodnocení (líbilo, nelíbilo, zaujalo, nadchlo, ...). Závěrečná kontrola úloh z pracovního sešitu probíhala v následující hodině fyziky.

Projekt byl realizován a ověřen ve třech devátých ročnících ve školním roce 2012/2013. Žáci pracovali ve skupinách, procvičovali týmovou práci, vyjadřovali a obhajovali své názory. Propojovali výuku fyziky s reálným životem. Zjistili, že hygienické předpisy jsou pro nás přínosné. Při práci s přístroji zdokonalovali svoji manuální zručnost. Trénovali paměť, zlepšovali čtenářskou gramotnost a zkusili kritické myšlení.

Projektový den byl žáky i ostatními učiteli hodnocen převážně pozitivně. Pro ilustraci uvádíme některé ze závěrečných hodnocení žáků: *Nejvíce se mi líbilo, že jsme se dnes neučili. Jinak mě zaujal endoskop. Ten fakt neměl chybu. Už je mi jasné, jak doktoři koukají do žaludku.* Také se mi líbilo, že jsme se neučili. Termokamera byla fakt zajímavá. Rád bych si ji půjčil domů a proměřil náš dům. *Dobrá je bezdotyková zkoušečka. Když jsme doma tloukli skobičku pro obrázek, nevěděli jsme, zda tam není drát.* Doma jsme měřili zahradu obyčejným metrem. Takhle (pomocí laserového dálkoměru) by to bylo raz dva. *Vůbec jsem netušila, že je tak velký rozdíl ve spotřebě při vaření rychlovarnou konvicí a na elektrickém sporáku.* Tu laserovou vodováhu by si měl půjčovat školník, aby příště pověsil tu tabuli rovně. *Dnes to bylo dobré. Nic jsme se neučili. Jen jsme si hráli s přístroji. Moc se mi líbil endoskop. Myslím, že o něm řeknu tátovi, asi by se mu hodil do dílny. Termokamera byla taky dobrá, ale tu budou chválit všichni.*

Při projektu se ukázalo, jak velký problém mají žáci se čtením a porozuměním návodů. Žáci nejdříve zkoušeli, zda zvládnou přístroj použít bez návodu. Častokrát však např. nesundali krytku luxmetru. Velmi se pak divili, že přístroj nic neměří. Stagnaci práce na stanovišti věnujícímu se měření spotřeby energie způsobila obtížnost návodu a nízká motivace k jeho čtení. Také volba některých přístrojů nebyla šťastná. Například detektor kovů měl zaznamenávat přítomnost kovů i jejich hloubku pod povrchem. Práce s ním však vyžadovala trpělivost a výsledky byly velmi nejednoznačné.

Projektová výuka ukázala na problémy se čtenářskou a informační gramotností žáků. Žáci uvítali netradiční způsob výuky, měřicí přístroje u nich vzbudili pozornost i zájem. Jsme přesvědčeni, že projektová výuka má smysl a chtěli bychom s ní pokračovat.

### Literatura

1. MECHLOVÁ, E. *Skupinové vyučování ve fyzice*. 1.vyd. Praha: SNP, 1989. 216 s.
2. SVOBODOVÁ, R-LACKO, B,-CINGL, O *Projektové řízení a projektové vyučování*. 1. vyd. Pardubice: Jirout reklamy, 2010. 100 s. ISBN 978-80-254-8174-5.
3. HÖFER, G. *Výuka fyziky v širších souvislostech – názory žáků: výzkumná zpráva o výsledcích dotazníkového šetření*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. 200 s. ISBN 80-7043-436-8.

### Kontaktní adresa

Mgr. Rita Chalupníková  
Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta  
Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové, Česká republika  
Telefon: +420 604 773 396  
E-mail: rita.chalupnikova@seznam.cz

### Projektový den na téma „hydrostatika v praxi“

Tomáš JERJE, Rita CHALUPNÍKOVÁ

#### Abstrakt

V příspěvku je popsána snaha o zvyšování zájmu žáků o fyziku, častokrát je nezájem z důvodu odtržení fyziky od reality. Snažíme se pro upoutání žáků používat co nejvíce reálných zařízení, popř. jejich modelů. Tato reálná zařízení si žáci musí „ohmatat“, a tak jsme zvolili skupinovou výuku v projektovém dni. Příspěvek popisuje realizaci projektu nazvaného Hydrostatika v praxi. V závěru se dovidáme pozitivní i negativní zkušenosti s projektovou výukou.

### Project Day on "Hydrostatics in Practice"

#### Abstract

The paper describes the effort to increase student's interest in physics, lack of interest is often caused by separation of physics from reality. We try to attract a pupils by using of real apparatus or their models as much as possible. Because pupils should touch these real apparatus so we decided to organise a project day based on group work of pupils. This paper describes realization of the project called Hydrostatics in practice. In conclusion we learn both positive and negative experience with the project.

#### Fyzika ve škole, věčný boj

Problém ve vzdělávání technických předmětů je pouze obrazem a dílem skládačky ne příliš dobře fungujícího školství, respektive dlouhodobější vize vzdělávání napříč všemi stupni škol. Učitel v této rovině mnoho pravomocí nemá, nýbrž má možnost, aby hodiny fyziky žáky bavily a přinášely jim do života praktické poznatky a dovednosti.

Fyzika se již dlouhá léta drží na spodních příčkách oblíbenosti školních předmětů. Tuto skutečnost žáci dokládají tvrzeními, že je obtížná, plná slovních úloh a nevidí v ní mnoho souvislostí z běžného života. Často slyšíme, že fyzika nepřináší nic do života, že ji k životu potřebovat nebudou. V matematice se žáci naučí počítat, to dále částečně využijí v životě. Cizí jazyk upotřebí při komunikaci v zahraničí, ale fyziku? Tu upotřebím a potkám kde?

Podíváme-li se na problém dnešní výuky fyziky z obou stran mince, mají tito žáci v ledasčem pravdu. Stále i dnešní učebnice fyziky jsou strukturovány a obsahově vybaveny tak, že se nepříliš ztotožňují se zákonitostmi z reálného a pro žáky doposud poznaného života. Žáci v učebnici vidí model, ten v nich však často nevyvolává asociace z běžného života. Část dětí běžně používá hydraulické brzdy na kole, ale jak pracují, to jim zůstává záhadou i přes to, že v písemce počítaly velikost tlaku, který působí na píst hydraulického lisu.

A právě tato skutečnost nás před čtyřmi lety na základní škole přivedla na myšlenku, začít dělat a učit fyziku trochu jinak, možná na úkor drilu a spousty napočítaných příkladů. Snažíme se žákům ukázat fyziku z pohledu skutečných dějů, s kterými se téměř denně setkávají. Podporujeme projektové dny, kdy žáci skládají, vyrábějí, používají reálná zařízení, po-

případě jejich modely, tedy i zároveň procvičují praktické dovednosti. Tím chceme žáky upoutat a vzbudit u nich zájem o fyziku, respektive o technické předměty obecně. Jeden projektový den, který se na naší základní škole uskutečnil, bych rád podrobněji popsal a podělil se o zkušenosti s jeho realizací, průběhem a s postřehy vybraných žáků.

### Projektový den Hydrostatika v praxi

Projektové dny se snažíme v každém ročníku realizovat alespoň dvakrát během školního roku. Jedná se převážně vždy o celodenní projekt v délce pěti vyučovacích hodin. Základem je ovšem to, aby žáci používali co nejvíce pomůcek v podobě reálných zařízení, popř. jejich modelů. Všechny projekty jsou stavěny jako mezipředmětové, při jejich realizaci žáci využijí i znalosti a dovednosti z matematiky, českého jazyka, výtvarné výchovy, pracovních činností, zeměpisu, anglického jazyka, někdy dějepisu, ale vždy a v největší míře z fyziky. Mezi očekávané výstupy patří zlepšení zpracovávání informací, naučení se týmové dovednosti, zlepšení schopnosti pracovat podle návodu, naučení se formulovat, zpracovat a prezentovat výsledky pracovní skupiny jako celku, ukázat fyziku a zákonitosti na zařízeních v běžném životě. V průběhu projektu jsou u žáků rozvíjeny komunikativní, pracovní, sociální a personální kompetence, dále pak kompetence k řešení problému a k učení.

Při tvorbě metodiky projektového dne Hydrostatika v praxi a při pořizování pomůcek nám pomohl projekt Žijeme ve světě techniky, realizovaný základní školou Seč v rámci Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost v Pardubickém kraji. Projekt je zaměřen na podporu zájmu žáků o technické a přírodovědné obory. Metodika, pracovní list i návrhy na tvorbu pomůcek budou po pilotáži přístupny na webových stránkách realizátora projektu ([www.zs-sec.cz](http://www.zs-sec.cz)).

Projektový den Hydrostatika v praxi krok za krokem: Na úvod byla zařazena motivační aktivita, kdy učitel přečetl článek o vodě, kdy slovo voda bylo nahrazeno jiným slovem.

*... Přestože bez vody nedokážeme žít, přeci ji umíme tak nenávidět. Ptáte se, proč nenávidíme něco, co patří k našemu životu a co tolik potřebujeme? Stejně tak, jak je tento živel výjimečný a životadárný, je i velmi ničivý a rozkladný. Voda nám dokáže během chvíle, jež by se mávnutí proutku přirovnat dala, vzít vše, co máme rádi a na čem nám záleží. Její síla je obrovská. Právem je živlem nazývána, protože umí život nejen dávat, ale i brát. ...*

Žáci dostali za úkol asociovat slovo voda do oblasti fyziky a přijít na oblast, kterou se bude projektový den zabírat. Po této aktivitě se učitel zeptal, co si žáci představí, když se řekne voda. Každý žák napsal jedno slovo na lepící papír. Jak postupně přicházeli k tabuli, lepili a řadili papírky vždy po pěti v každé řadě. Sloupec poté vytvořil skupiny, které žáci vytvořili. V rámci skupiny si žáci rozdělili role.

Každá skupina dostala pracovní listy, kde měla společný pracovní úkol, vymyslet co nejvíce příkladů, kde může voda škodit a kde naopak pomáhat. Následovaly již odlišné aktivity a pracovní úkoly pro každou skupinu.

První skupina, zaměřená na Archimédův zákon a vztlakovou sílu, pracovala s modelem lodi a zjišťovala, jak se změní její ponor v závislosti na salinitě vody. Dále zkoumala princip dálkově řízeného modelu ponorky, zejména ponořování a vynořování. Druhá skupina zaměřená na tlak a přenos tlaku v kapalině zprovoznila funkční model bagru, plnila úkoly a odpovídala na otázky z pracovního listu. Třetí skupina se orientovala v problematice hydrostatického tlaku. Nejprve sestavila a poté zprovoznila funkční model městského vodojemu. Zkou-



mala, do jaké výšky může být voda rodinám dodána, co se stane, když pouští vodu více ro-  
din, co se stane, když... Čtvrtá skupina orientovaná na problematiku hladin spojených nádob,  
dostala model sifonu a bádala nad jeho využitím, funkcí a přínosem. Pohrála si s modelem  
lodního přístavu, zejména funkce zdymadla.

Třetí blok přinesl tvorbu posteru, kde jednotlivé skupiny vypracovaly plakát s tematikou,  
kterou se zabývaly. Úkol zněl, aby plakát obsahoval schematický obrázek, popis obrázku,  
funkce, fyzikální princip, myšlenkovou mapu, fotky (obsaženy v pracovním setu), využití  
v praxi modelu, s kterým žáci pracovali.

Ve čtvrtém bloku si žáci vyzkoušeli svou zručnost, za úkol měli vyrobit jednoduchý  
funkční model napasovaný na tematiku jednotlivých skupin. K modelu posléze vytvořili pra-  
covní postup. První skupina (vztlaková síla) sestavila a otestovala horkovzdušný balón. Dru-  
há skupina (tlak v kapalinách) pracovala na potápěči v plastové láhvi. Třetí skupina (hydro-  
statický tlak) sestavila funkční model Heronovy fontány. Poslední čtvrtá skupina (hladiny  
spojených otevřených nádob) ověřila výšku barevného soklu třídy hadicovou vodováhou.  
V rámci tohoto bloku dostali žáci pracovní list, který obsahoval otázky či úkoly na shrnutí  
aktivit jednotlivých skupin, text s úkoly a otázkami (podpoření čtenářské gramotnosti). Dále  
žáci do PL listu měli za úkol napsat pět tvrzení (pravdivých, nepravdivých).

Žáci se pomalu dostali do posledního bloku, kde došlo k prezentování posterů, ukázkám  
jednotlivých modelů a vlastních výrobků ostatním žákům třídy.



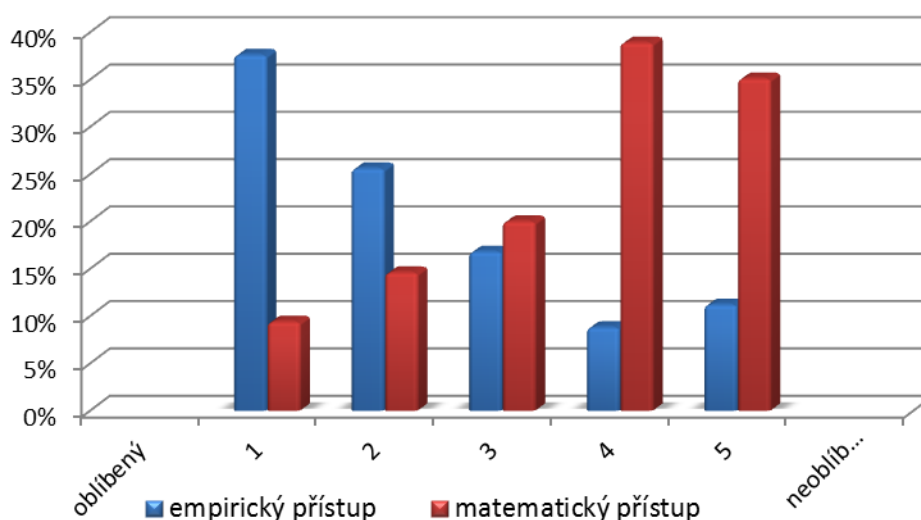
### Zkušenosti s projektovým vyučováním

Projekt pro žáky představuje komplexní pracovní úkol, při němž samostatně (ve skupi-  
nách) řeší určitý problém (problémový úkol, problémovou situaci, ...). Projekty realizujeme  
z důvodu samostatného zpracování komplexních úkolů žáky či řešení problémů spjatých s  
životní realitou. Žáci k projektovým dnům přistupují vážně, podle jejich slov bych jich moh-  
lo být ještě více. I postoj k fyzice jako takové, se ve třídách, kde jsou projekty uskutečňová-  
ny, liší od tříd, kde se s projektovou výukou nesetkávají. Děkuji všem učitelům, kteří projek-  
tové vyučování ve fyzice uskutečňují či alespoň zkouší. Časová náročnost na přípravu i reali-  
zaci je značná, ale ve finále se zúročí a učitel sám začne na žácích vidět, že jeho práce má  
smysl. A přeci každý z nás chce, aby se fyzika dostala do podvědomí žáků příznivěji, než je  
tomu dnes.

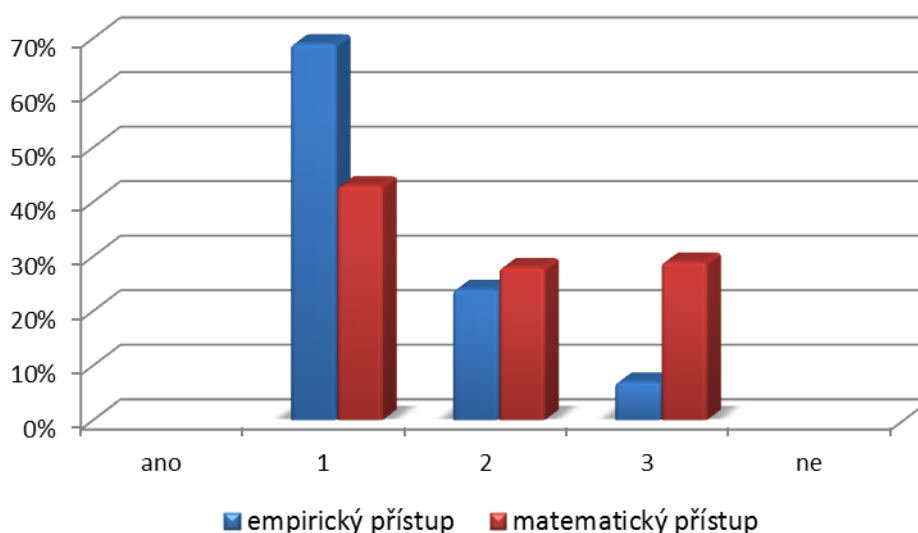
### Závěr, aneb oblíbenost předmětu fyzika.

Na úplný závěr přikládám malý průzkum mezi žáky dvou tříd stejného ročníku. Zajímala mě otázka z pohledu praktičnosti, využití a vnímání předmětu fyzika. Vyučovací metody a postupy jsou diametrálně odlišné. V jedné třídě se fyzika učí kvantitativním přístupem, tedy je zde počítáno více učebnicových příkladů, projektové dny se zde téměř nedělají, převládá frontální výuka (matematický přístup). Naopak v druhé třídě se snaží učitel žákům přiblížit fyziku z pohledu reálných experimentů, modelů, úloh z běžného života. V této třídě se žáci aktivně realizují v různých projektech (empirický přístup).

#### 1. Oblíbenost předmětu fyzika mezi žáky II. stupně



#### 2. Upotřebím fyziku mimo školu?



### Literatura

1. PELIKÁN, J. Tvorba státní vzdělávací politiky jako závažný problém současného českého školství. In *Sborník Poslední desetiletí v českém a zahraničním pedagogickém výzkumu*. Hradec Králové: Vysoká škola pedagogická Hradec Králové, 1999, s. 499–505.
2. KASPER, T; KASPEROVÁ, D. *Vybrané kapitoly z dějin pedagogiky*. Liberec : TUL, 2006.
3. PELIKÁN, J. Profilově integrativní vyučování jako experiment alternativní výuky na střední odborné škole. In kol. autorů: *Tradice a perspektivy pedagogických věd*. Praha : Karolinum, 2003, s. 171–186.
4. Metodický portál RVP. Základní vzdělávání. ... Fyzika. Dostupné na www:
5. <http://www.rvp.cz/sekce/167>. (cit. 25. 7. 2012).
6. BROKLOVÁ, Z. *Noviny v hodinách fyziky*. Dostupné na www:
7. <http://www.rvp.cz/clanek/232/1363>. (cit. 20. 10. 2008).
8. DVORÁK, Leoš. *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?: Příručka pro učitele* [online]. 2008. vyd. vydavatelství Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze: MATFY-ZPRESS, 2008 [cit. 2012-08-10]. ISBN ISBN 978-80-7378-057-9. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/NPVII/PriruckaProUcitele.pdf>.

### Kontaktní adresa

Mgr. Tomáš Jerje  
Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta  
Univerzita Hradec Králové; ZŠ Chrastava  
Rokitanského 62  
500 03 Hradec Králové, Česká republika  
nám. 1. máje 228, 463 31 Chrastava  
Telefon: +420 728 079 859  
E-mail: tomas.jerje@uhk.cz

### Kontaktní adresa

Mgr. Rita Chalupníková  
Univerzita Hradec Králové  
Přírodovědecká fakulta  
Rokitanského 62  
500 03 Hradec Králové, Česká republika  
Telefon: +420 604 773 396  
E-mail: rita.chalupnikova@seznam.cz

### Archimédes versus Sokrates

Denisa KAWULOKOVÁ, Michaela ŠUTOVÁ

#### Abstrakt

Článek se zaměřuje na porovnávání sokratovské a heuristické metody ve vyučování na základní škole. Popisuje výhody, nevýhody a využití těchto metod. V příspěvku je uveden výzkum a popsány získané výsledky. Cílem dotazníkového šetření bylo zjistit, do jaké míry jsou učitelé základních škol a studenti Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity v Brně seznámeni s danými metodami, a jaká je četnost zařazování těchto metod do výuky.

### Archimedes versus Sokrates

#### Abstract

The aim of the article is to compare socratic and heuristic methods in educational process of elementary schools. It describes advantages, disadvantages and usage of both methods. The article summarizes research methods and obtained results. Teachers of primary school and students at Faculty of Education, Masaryk University, Brno participated in a questionnaire. The goal of the questionnaire is to investigate the depth in which students and teachers are familiar with both methods and how frequently they apply these methods in the educational proces.

#### Sokratovská a heuristická metoda

Ačkoliv podle názvu Archimédes versus Sokrates by mohla spousta čtenářů usoudit, že se jedná o problematiku týkající se převážně dějepisu případně filozofie, opak je pravdou. Archimédes a Sokrates svými myšlenkami a objevy spadají téměř do všech oblastí pedagogické činnosti. K jejich největším přínosům pro pedagogiku jako takovou patří zavedení výukových metod, které kladou důraz především na aktivizaci a rozvoj logických procesů žáka ve výuce.

Pro vedení výuky si může každý pedagog vybrat z velkého množství vyučovacích metod. Některé vyučovací metody jsou velmi efektivní, jiné jsou naopak efektivní méně. V rámci výuky fyziky, tedy předmětu, u něž si velmi často žáci stěžují na jeho náročnost, je pak volba vhodné vyučovací metody nesmírně důležitá. Správně zvolená metoda může u žáků vzbudit obrovské nadšení pro fyziku, naopak špatná metoda může způsobit žákův odpor k tomuto předmětu. Mezi jedny z nejefektivnějších metod pro vedení výuky fyziky patří sokratovská a heuristická metoda, tedy metody výuky známé již tisíce let, zavedené antickými velikány, kterými byli zmiňováni Sokrates a Archimédes.

Sokratovská metoda vychází ze Sokratova učení. Sokrates jako první dokázal důmyslně sestaveným dialogem dovést žáka k určitému poznání. Jde tedy o metodu čistě dialogickou, při níž dochází ke střídání učitelových otázek a žakových odpovědí. Žák je zde aktivním subjektem a sám se podílí na dosažení stanovených cílů. Učitel a žák prostřednictvím potvrzování a vyvracení argumentů a kladením stále dalších otázek, dojdou k vyvození obecných a

podložených pravd. Učitel tedy postupně otázkami žákovi naznačuje skutečnosti či problémy, přičemž žák je ten, kdo logickým úsudkem dojde k vyvození nového poznání a vzta- hů, k nimž by sám nedošel (Maňák, 1967). Pro názornost si uvedeme příklad sokratovského rozhovoru:

- Učitel: „Povězte mi, na jakém principu si představujete, že funguje horkovzdušný ba- lón?“
- Žák: „Hořák ohřívá vzduch v balónu a díky tomu balón létá.“
- Učitel: „Dobře a můžete mi říct, proč ohřátý vzduch umožňuje létání?“
- Žák: „Protože teplý vzduch stoupá vzhůru.“
- Učitel: „Správně a víte proč se tak děje?“
- (mlčení)
- Učitel: „Co se děje s látkami, které zahříváme?“
- Žák: „Mění svoji formu.“
- Učitel: „Lze říci, že změna formy se projeví i změnou hustoty?“
- Žák: „Vypadá to tak.“
- Učitel: „Víte, jak to souvisí se vzduchem v balónu?“
- Žák: „Při zahřívání se mění hustota vzduchu.“
- Učitel: „Změna hustoty vzduchu při zahřátí se zároveň projeví jeho rozpínáním. Jak se změní hustota u rozpínané látky?“
- Žák: „Sníží se.“
- Učitel: „Můžeme tedy říct, že látky s nižší hustotou mohou v okolí těch s vyšší stoupat vzhůru?“
- Žák: „Myslím, že ano.“

Heuristická metoda naopak vychází z Archimédova objevného způsobu bádání a nese název podle jeho slavného výroku „Heureka“ („Objevil jsem“). Podobně jako v případě so- kratovské metody jde především o metodu dialogickou. Avšak u heuristické metody je vyu- žívána i badatelská činnost žáka, která spočívá v pozorování, experimentování a manipulo- vání s předměty či jevy (Šimoník, 2003). Důležité je, aby žák o problému, který učitel pre- zentuje, měl již nějaké povědomí, případně aby ho už dříve zkoumal, či znal z normálního života. Otázkami zde učitel především podněcuje žáky k činnosti a vzbuzuje v nich pozor- nost. Otázky jsou kladeny v postupném a logickém sledu a vedou k objevení nového poznání žáky samotnými (Maňák, 1967). Pro názornost uvedeme opět příklad (Petty, 1996):

- Učitel: „Proč korek na vodě plove?“
- Žákyně: „Protože má menší hustotu než voda.“
- Učitel: „Správně. A když zahřejeme vzduch, rozpíná se. Jaký vliv má rozpínání vzduchu na jeho hustotu?“
- Žákyně: „Snižuje se.“
- Učitel: „Dobře. A co se stane s teplým vzduchem, který je obklopený studeným vzdu- chem?“
- (mlčení)
- Učitel: „No co se stane s korkem, který je obklopený vodou?“

- Žákyně: „Vznese se na hladinu.“
- Učitel: „Ano. Takže co se stane, když bude teplý vzduch obklopen studeným?“
- Žákyně: „Taky se vznese nahoru.“
- Učitel: „Správně – a proč?“
- Žákyně: „Protože má nižší hustotu než studený vzduch.“
- Učitel: „Výborně. Takže teplý vzduch se vznese nad studený. Věděla bys nějaký příklad, kdy se této zákonitosti využívá?“
- Žákyně: „Balon naplněný horkým vzduchem?“
- Učitel: „Výborný příklad! A proto říkáme, že teplý vzduch stoupá.“

### Porovnání sokratovské a heuristické metody

Obě metody jsou velmi efektivní a přispívají k zapamatování látky. Každá metoda má své specifické výhody ovšem také nevýhody, na které je třeba brát zřetel při volbě jejich aplikace ve výuce. Nejprve rozebereme opět sokratovskou metodu. Za přínos této metody lze považovat její možná aplikace i na nižším stupni základní školy a na žáky s názorným typem učení. Další výhodou je rozvoj kontaktu žáka s učitelem. Díky tomuto kontaktu se žáci učí naslouchat jiné osobě, rozumět jí a především rozumět obsahu její řeči, emotivnímu podbarvení, mimice a gestikulaci. Zároveň učí žáky reagovat na slovní podmínky. Tímto má sokratovská metoda především sociálně výchovný význam. Kromě toho si žáci zvykají odpovídat, ztrácí pocit strachu, myslí a stylizují své úvahy, učí se spojit myšlení se slovním vyjádřením a společenským chováním. Pro tuto metodu platí, že poznatky nabyté výhradně touto metodou si žák zapamatuje mnohem lépe než například aplikací pouhého výkladu nebo přednášky (Mojžíšek, 1988).

Jako hlavní nevýhoda sokratovské metody je označována její značná intelektuální náročnost. Vzhledem k této náročnosti může brzy unavit nejen žáky ale i učitele. Kvůli tomu pak tato metoda ztrácí svoji přitažlivost a efektivitu. Za další nevýhodu je označováno pouze postupné a na drobné části rozkouskované objevování faktů. Tím, že je žák veden od otázky k otázce, se neučí samostatně řešit problémové situace jako celek (Mojžíšek, 1988). Tuto nevýhodu eliminuje využívání heuristické metody.

Nyní k heuristické metodě. Za výhodu této metody lze považovat především její způsob poznávání, který nutí žáka problém vnímat jako celek. Při zkoumání je zároveň zapojena celá osobnost žáka a ne jen jeho mysl, jak je tomu u sokratovské metody. Vzhledem ke svému charakteru jsou zapojeni všichni žáci tj. ti nadanější i ti méně nadaní stejně. Kvalita získaných poznatků co do přesnosti, detailnosti a pevnosti se projevuje o třetinu více než u sokratovské metody. Toto je způsobeno především tím, že sokratovská metoda je založena především na verbální složce, kdežto heuristická metoda může využívat i dalších smyslových vjemů, které usnadňují pamětní reprodukci a umožňují hlubší poznání (Mojžíšek, 1988).

K nevýhodám heuristické metody patří především její značná náročnost, čímž je vhodná pouze pro zkušenější učitele. K dalším nevýhodám patří její značná časová náročnost a diferenciace žáků. Při heuristické metodě totiž nadaní žáci, kteří by pracovali rychleji, jsou učitelem zpomalováni a nudí se. Naopak méně nadaní žáci si mohou vybudovat komplex méněcennosti způsobený tím, že si pravidelně ověřují svou nízkou schopnost poznávat a objevovat. Stávají se pak pouze pasivními diváky, kteří pouze kopírují jiné. Při jednostranném používání této metody hrozí také, že se žák nenaučí naslouchat souvislému slovnímu výkladu.

Pro větší efektivitu je tedy nutné heuristickou metodu kombinovat také s jinými vyučovacími metodami (Mojžíšek, 1988).

### Sokratovská a heuristická metody ve výuce

O povědomí o sokratovské a heuristické metodě a jejich využívání ve výuce bylo provedeno kvantitativní dotazníkové šetření. Dotazovanými subjekty byli učitelé fyziky na základních školách a studenti fyziky na Pedagogické fakultě Masarykovy univerzity v Brně. V rámci výzkumu se podařilo oslovit 27 respondentů ze skupiny učitelů fyziky na ZŠ a 45 respondentů ze skupiny studentů fyziky na PdF MU v Brně.

V dotazníkovém šetření bylo podstatné nejprve identifikovat, zda respondenti skutečně spadají do jedné ze dvou zkoumaných skupin. Z toho důvodu byli nejprve pomocí identifikačních otázek požádáni mimo jiné o vyplnění své aprobace. Tímto krokem mohli být případné nevyhovující odpovědi respondentů s jinou než fyzikální aprobací z výsledků výzkumu vyloučeny. Identifikačními otázkami bylo mimo jiné zjištěno, že 74 % učitelů fyziky působí v praxi již více než 10 let, přičemž 41 % z nich dokonce déle než 15 let. Obdobnou identifikační otázkou byli studenti požádáni, aby se vyjádřili, zda za sebou mají již nějakou pedagogickou praxi. 53 % uvedlo, že ano, přičemž nejčastěji (83 %) jejich délka absolvované praxe nepřesahuje jeden rok.

Dalšími otázkami bylo u respondentů zjišťováno, zda už někdy přišli do styku se sokratovskou nebo heuristickou metodou, respektive, zda některou z těchto metod již někdy přímo viděli aplikovanou v praxi. 70 % učitelů fyziky uvedlo, že ano. Naopak 56 % studentů na stejnou otázku odpovědělo, že neví a pouze 36 % uvedlo, že ano. Dále bylo zjišťováno, zda respondenti vůbec znají principy fungování sokratovské a heuristické metody ve výuce. Při hodnocení výsledků bylo zjištěno, že 63 % učitelů zná principy fungování sokratovské a heuristické metody. Naopak 83 % studentů nemá o principech či přínosech těchto metod pro výuku ponětí.

Zajímavých výsledků bylo dosaženo při dotazování ohledně zařazování těchto metod do výuky. 59 % učitelů uvedlo, že žádnou z těchto metod ve výuce aktivně nevyužívá. Následně byli učitelé požádáni o identifikaci preference využívání různých stylů vedení hodiny. Díky preferenční škále bylo odhaleno, že naprostá většina učitelů využívá nejraději různou formu dialogu se studenty na dané téma. Lze se tedy domnívat, že učitelé, kteří uvedli, že sokratovskou ani heuristickou metodu nevyužívají, některou z těchto metod ve skutečnosti používají, avšak si toho nejsou třeba sami vědomi. Většina učitelů v souvislosti se stylem vedení výuky také uvedla, že nejdůležitějším faktorem pro jejich volbu vyučovací metody je aktuální probíraná látka.

Studenti fyziky PdF MU byli naopak požádáni, aby se zamysleli, kterou vyučovací metodu by chtěli v budoucnu používat při vedení výuky, případně jakou metodu v rámci pedagogické praxe využívají. 79 % uvedlo, že prozatím neví, jakou metodu by chtěli ve výuce použít, respektive neví, jestli by využili sokratovskou nebo heuristickou metodu. Následně byli studenti požádáni, aby vyjádřili své preference k jednotlivým stylům vedení výuky, podle toho, jak jim který styl připadá nejefektivnější, případně jak by který styl chtěli v praxi využívat. I v tomto případě se respondenti jasně vyjádřili, že mezi jejich nejpreferovanější metody patří dialog se studenty, případně také využití skupinového řešení problémů.

Vzhledem k předchozímu zjištění o neznalosti sokratovské a heuristické vyučovací metody, byli respondenti dále dotazováni, zda by měli zájem o nějaké doplňující školení, při-

padně nový předmět v rámci studia, které by prohloubili jejich znalosti z této oblasti. 74 % učitelů a 82 % studentů uvedlo, že by o takové doplňující školení nebo předmět mělo zájem. Učitelé by přitom nejvíce ocenili školení, které by je mimo jiné seznámilo s ukázkou moderních technologií aplikovatelných ve výuce. Studenti by zase nejvíce stáli o doplňující informace z oblasti motivace žáků.

### Závěr

Z výše uvedeného výzkumu vyplývá, že zařazování sokratovské a heuristické metody má stále své pevné místo v aplikaci ve výuce, přestože mnoho učitelů dané metody používají během výuky nevědomky. Určitě je žádoucí obě zmíněné metody neopomíjet a využívat je, neboť mají velký inovační potenciál, jak zajímavě a zároveň efektivně učit a v kombinaci s ostatními vhodnými výukovými metodami můžeme dosáhnout očekávaných výsledků.

### Literatura

1. MAŇÁK, Josef. *Vyučovací metody*. 1. vyd. Praha: SPN, 1967, 173 s. Učební texty vysokých škol.
2. MOJŽÍŠEK, Lubomír. *Vyučovací metody*. 3. upr. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1988, 344 s. Pedagogická teorie a praxe.
3. PETTY, Geoffrey. *Moderní vyučování*. 1. vyd. Praha: Portál, 1996, 384 s. ISBN 80-717-8070-7.
4. ŠIMONÍK, Oldřich. *Úvod do školní didaktiky*. 1. vyd. Brno: MSD Brno, 2003, 91 s. ISBN 80-866-3304-7.
5. ŠUTOVÁ, Michaela. *Archimédes versus Sokrates*. Brno, 2012. 76 s. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Fakulta pedagogická, Katedra fyziky. Vedoucí práce Mgr. Denisa Kawuloková.

### Kontaktní adresa

Mgr. Denisa Kawuloková  
KFCHOV, PdF MU Brno  
Poříčí 7, Brno  
Telefon: +420 549 495 284  
E-mail: 77871@mail.muni.cz

### Kontaktní adresa

Bc. Michaela Šutová  
KFCHOV, PdF MU Brno  
Poříčí 7, Brno  
Telefon: +420 549 495 284  
E-mail: 350140@mail.muni.cz



### Astronomické úlohy využívající data z katalogů

Ota KĚHAR

#### Abstrakt

V příspěvku představím možnosti inovačních výukových materiálů, které využívají na první pohled nezáživná data nacházející se v katalogích astronomických objektů. Podíváme se na katalogy hvězd Hipparcos a SIMBAD, seznam očíslovaných planetek a plošné objekty v katalogích NGC a Messier. Celkem jde o více než 600 tisíc objektů ve 180 MB dat. Jak tato data využít pro oživení hodin fyziky? Ukážeme si některé netradiční úlohy.

### Astronomical exercises using data from catalogues

#### Abstract

In this article I will demonstrate several innovative learning materials that use data from catalogues of astronomical objects. I will focus on star catalogs Hipparcos and part of astronomical database SIMBAD, list of numbered minor planet and deep-sky object in Messier and NGC catalogues. We have more than 600 thousand object in 180 MB of data. How to use these data to recovery lessons of physics? I will show you several non traditional tasks.

#### Co je to Astronomia?

Webové stránky Astronomia jsou multimediální učební text, který vznikl v roce 2000. Od roku 2005 jsou nedílnou součástí (a dalo by se říci, že neviditelným projektem) katalogy astronomických objektů. V katalogích je ukryto přes 600 tisíc objektů v celkovém objemu 180 MB dat. Katalogy můžeme rozdělit do tří kategorií – tzv. deep-sky objekty (mlhoviny, hvězdokupy, galaxie) se nacházejí hned ve třech katalogích – NGC katalog, Messierův katalog a IC katalog. Druhou oblastí jsou hvězdy, zde máme katalog Gliese (obsahuje 3 803 nejbližších hvězd), katalog Hipparcos (118 218 hvězd) a část francouzské astronomické databáze SIMBAD (118 171 hvězd). Do poslední kategorie katalogů jsou zahrnuty planetky (v době psaní článku obsahuje seznam přes 366 tisíc planetek) a katalog exoplanet, tedy planet nacházejících se u jiných hvězd. Aby nedocházelo k zastarávání údajů, jsou některé katalogy pravidelně (denně, týdně či měsíčně) aktualizovány z důvěryhodných zdrojů se souhlasem jejich autorů, např. exoplanety z exoplanet.eu, databáze SIMBAD přímo z francouzského zdroje a planetky z Minor Planet Center.

Aby tato data neležela na stránkách nebo v databázích jen tak bez užitku a povšimnutí, rozhodl jsem se je využít pro webové online aplikace využitelných při výuce na školách. V článku si představíme několik astronomických úloh.

#### Západ a východ slunce

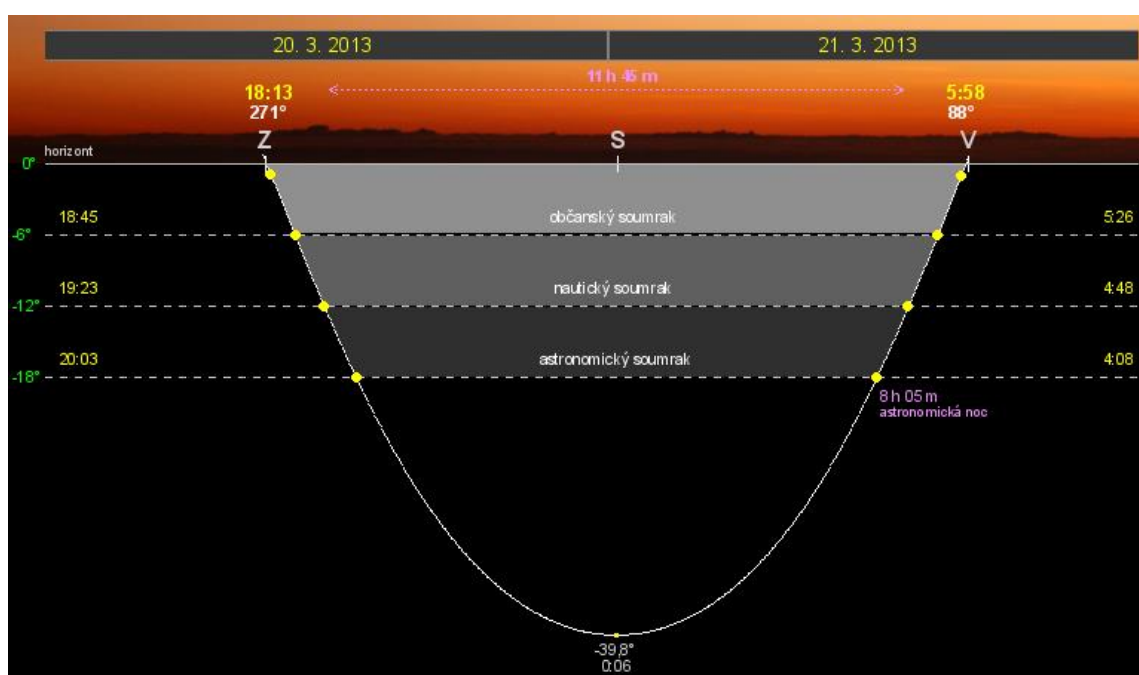
*„Kde vychází slunce dříve? Kde zapadá slunce později? V Kašperských Horách nebo v Brně?“* Na první pohled jednoduché otázky, ve kterých se skrývá spousta zajímavostí. V první řadě si je nutné uvědomit, jak je definován západ či východ slunce. Musíme vzít

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

v úvahu i atmosférickou refrakci, která nám prodlužuje trvání bílého dne. Západ (nebo východ) slunce nastane v okamžiku, kdy se horní okraj slunečního kotouče nachází přesně na ideálním horizontu. V tom okamžiku je ovšem skutečná poloha slunečního kotouče 34 úhlových minut pod obzorem. Pokud počítáme ke středu slunečního kotouče, je slunce v okamžiku západu či východu slunce 50 úhlových minut pod obzorem.

Na této úloze můžeme demonstrovat pásmové časy. Východ slunce pro Kašperské Hory je v daný den např. 5.51, pro Brno ve stejný den už v 5.39. Analogicky pro západ slunce, pro Kašperské Hory až v 20.13, v Brně již ve 20.01. Rozdíl je zhruba 12 minut. Rozdíl zeměpisných délek mezi Kašperskými Horami a Brnem jsou 3°. Jedné hodině tak odpovídá 15°.

Na obr. 1 je bílou nepřerušovanou čarou zobrazen průběh (azimut a výška) slunce na zvoleném místě od západu slunce v daný den po východ slunce následujícího dne. Vypočítány jsou další údaje – západ, východ slunce a okamžiky jednotlivých soumraků.



Obr. 1: Západ a východ slunce pro březnovou rovnodennost

### Rovnodennost

Rovnodennost je okamžik, kdy střed obrazu Slunce na nebeské sféře prochází jarním nebo podzimním bodem. „*Jak je to s délkou noci a bílého dne při rovnodennosti? Jsou skutečně stejně dlouhé, tzn. 12 hodin?*“ Pomocí online webové aplikace Noční obloha ([astronomia.zcu.cz/hvezdy/hipparcos/2382-nocni-obloha](http://astronomia.zcu.cz/hvezdy/hipparcos/2382-nocni-obloha)) se dozvíme, že tomu tak není. V roce 2013 trvala noc v den rovnodennosti jen 11 h 45 m (viz obr. 1). Bílý den trval déle než 12 hodin. Rozdíl je způsoben atmosférickou refrakcí při západu a východu slunce.

### Nejlepší pozorovatelnost objektu

Použitím aplikace Noční obloha najdeme kulminaci objektu a vypočítáme jeho dobrou viditelnost. K tomu je potřebná znalost hvězdného a slunečního času. Hvězdný čas je roven rektascenzi objektu, který právě prochází místním poledníkem. Pokud tato situace nastane o půlnoci, zjistíme snadno den dobré viditelnosti objektu. Zájemci si mohou zjistit, jaký je

hvězdný čas o půlnoci 1. 1. Dojdou k závěru, že každý rok je okolo 6 hod 40 min (= 6,7 hod). Hvězdný den je o 4 minuty (=0,065 556 hod) kratší než slunečný den, i to lze zjistit pomocí aplikace Noční obloha změnou data o několik dnů. Platí jednoduchá rovnice  $\Theta = 6,7 + n \cdot 0,065556$ , kde  $\Theta$  je hvězdný čas, roven při kulminaci rektascenzi objektu a  $n$  je počet dnů od 1. ledna. Př. hvězda Rigel má rektascenzi 5 h 15 m. Počet dnů nám vyjde  $-22$ . Po převodu na reálné datum vychází 9. prosinec. V tento den prochází hvězda Rigel ze souhvězdí Orionu o půlnoci místním poledníkem. Jedná se o zimní souhvězdí.

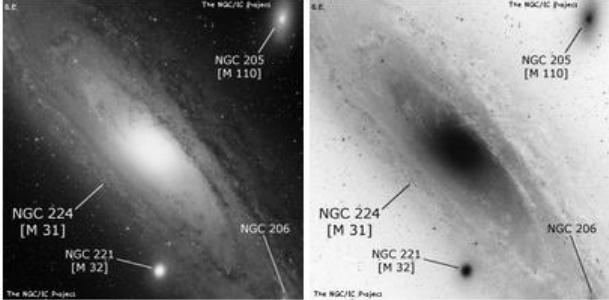
### Objekty vzdáleného vesmíru

Před návštěvou hvězdárny či veřejného pozorování by nás mohlo zajímat, jaké objekty vzdáleného vesmíru jsou nad obzorem. K tomu se hodí záložka Messier (obr. 2) nebo NGC, která vypíše všechny objekty, které jsou v daný okamžik nad obzorem, včetně informace o azimutu a výšce nad obzorem. Vše je počítáno pro zvolené místo a čas, případně na omezení typu minimální výška objektu nad obzorem nebo maximální hvězdná velikost.

**Noční obloha – 20. 3. 2013, 22:22**
✕

Hvězdy
Souhvězdí
Messier
NGC

<b>Galaxie</b>	37 <span style="border: 1px dashed #ccc; padding: 2px;">M31</span> M32, M33, M49, M51, M58, M59, M60, M61, M63, M64, M65, M66, M81, M82, M84, M85, M86, M87, M88, M89, M90, M91, M94, M95, M96, M98, M99, M100, <u>M101</u> , M102, M104, M105, M106, M108, M109, M110
<b>Kulová hvězdokupa</b>	6 <span style="border: 1px dashed #ccc; padding: 2px;">NGC 5457</span> , 7,5 mag, UMa, 27'x26', azimut = 61° (SV), výška = 56°
<b>Mlhovina (emisní nebo reflexní)</b>	3 M1, M43, M78
<b>Otevřená hvězdokupa a mlhovina</b>	1 M42
<b>Otevřená hvězdokupa</b>	17 M29, M34, M35, M36, M37, M38, M39, M41, M44, M46, M47, M48, M50, M52, M67, M93, M103
<b>Planetární mlhovina</b>	3 M57, M76, M97
	<b>67</b>



NGC 224, 3,5 mag, And, 180'x63', azimut = 334° (SZ), výška = 6°

Obr. 2: Seznam objektů (mlhovin, hvězdokup a galaxií) nad obzorem

### Cirkumpolární souhvězdí

„Co jsou to cirkumpolární souhvězdí? Která to jsou?“ Souhvězdí, která nikdy nezapadají za obzor. U souhvězdí platí, že cirkumpolární je tehdy, když žádná jeho část nezapadá. Ve Wikipedii se píše, cituji: „V Evropě jsou cirkumpolární například Malý medvěd, Velká medvědice

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

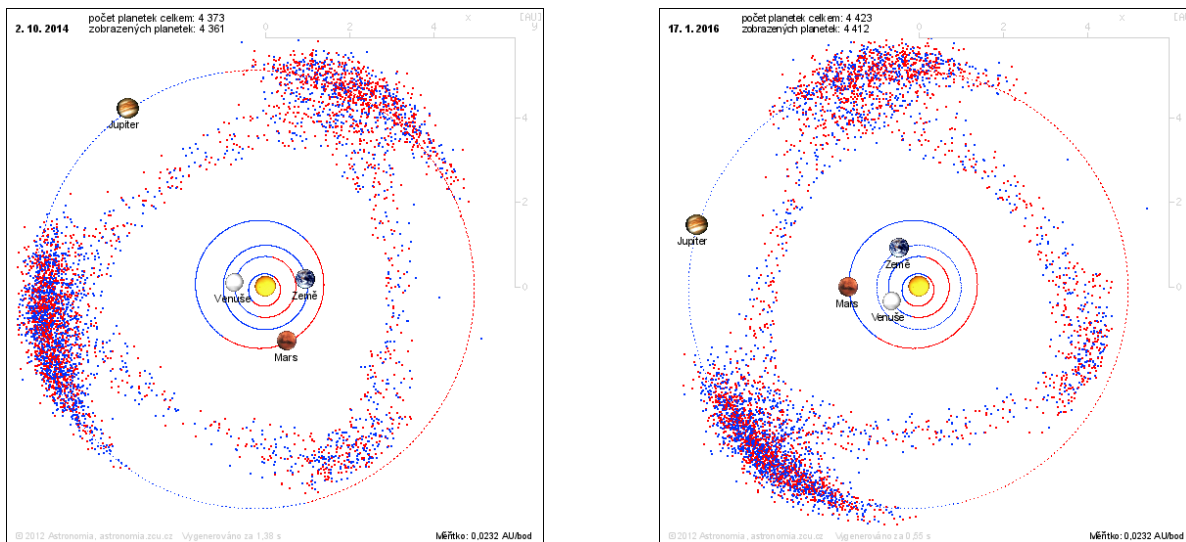
a Cassiopea.“ Platí toto tvrzení i pro Českou republiku? V záložce Souhvězdí (obr. 3) aplikace Noční obloha je seznam všech viditelných souhvězdí nad obzorem v danou chvíli. Modře jsou podbarvené cirkumpolární souhvězdí, zeleně souhvězdí, jejichž část zapadne. Mezi modře zabarvené patří Malý medvěd, Cassiopea, Drak, Žirafa a Kefeus. Zájemci si mohou vyzkoušet měnit zeměpisnou polohu nebo i čas a zjišťovat, jak se seznam souhvězdí mění.



Obr. 3: Seznam viditelných souhvězdí včetně vyznačení těch cirkumpolárních (modře)

### Zajímavá postavení planetek

Zajímavé zobrazení představují planetky skupin Trojané a Hilda (obr 4). Jedná se o planetky, jejichž trajektorie je ovlivněna gravitačními účinky planety Jupiter. Jsou to dva případy, kdy dráhová rezonance vede k vytvoření stabilní skupiny planetek. Dlouhodobé rozdělení planetek skupiny Hilda v prostoru tvoří přibližně tvar rovnostranného trojúhelníku. Vrcholy trojúhelníku leží na trajektorii Jupiteru v libračních centrech L3, L4 a L5. V libračních centrech L4 a L5 se nacházejí Trojané.



Obr. 4: Aktuální polohy planetek ve sluneční soustavě pro Trojány a skupinu Hilda

**Jakékoli zkušenosti s výše uvedenými aplikacemi, připomínky, nápady nebo podněty sdělte autorovi článku. Budu vám za ně vděčný.**

### Literatura

1. Multimediální učební text Astronomia [online]. c2013, [citováno 12. 7. 2013]. Dostupné z: <<http://astronomia.zcu.cz>>

### Kontaktní adresa

PhDr. Ing. Ota Kéhar  
Oddělení fyziky, KMT FPE ZČU v Plzni,  
Klatovská 51, 306 14 Plzeň  
E-mail: kehar@kmt.zcu.cz

### Soutěž jako aktivizující prvek ve výuce fyziky na SOŠ

Věra KERLÍNOVÁ, Erika MECHLOVÁ, Libor KONÍČEK

#### Abstrakt

Soutěž Fyzika očima našich studentů byla vyhlášena na základě výsledků akčního výzkumu, který probíhal formou dotazníkového šetření u žáků technických oborů střední odborné školy v roce 2009 až 2011, kdy bylo zjišťováno, které části fyziky jsou žáky považovány za velmi zajímavé a jaký je jejich pohled na možnosti využití fyziky v ostatních předmětech a v praktickém životě.

### Competition as an activating element in physics education at secondary schools

#### Abstract

Competition Physics from the point of view of our pupils was announced the results based of an action research, which was conducted through the questionnaire survey among pupils of technical fields at high technical school in the school years 2009 to 2011, when was found out, which parts of physics pupils consider to be very interesting and what is their view on possibilities using physics in other subjects and in real life.

#### Soutěž Fyzika očima našich studentů

Na základě výsledků plynoucích z dotazníkových šetření zaměřených na zjišťování postoju žáka k fyzice, která byla realizována v rámci předvýzkumné a výzkumné části mé disertační práce [1], byla na podzim roku 2011 na naší škole poprvé vyhlášena soutěž Fyzika očima našich studentů. První vítězové této soutěže, která byla vytvořena tak, aby oslovila všechny žáky, nejen ty prospěchově nejlepší, a zároveň pro ně byla i stejně dostupná (papír, pastelky, lepidlo), byli vyhlášeni v únoru roku 2012, vítězná práce druhého ročníku pak v lednu 2013.

Obou ročníků soutěže se zúčastnili žáci čtyřletých technických oborů Mechanik-elektrotechnik (ME1-4) a Provoz a ekonomika dopravy (PD1-4). Pro velký zájem byly na jaře 2013 mimosoutěžně odevzdány práce žáků prvního ročníku netechnického oboru Sociální činnost (SČ1). V obou ročnících soutěže byla žáky upřednostněna témata týkající se stěžejních odborných předmětů jednotlivých oborů (tab. 1). Vyššímu zájmu žáků se v obou ročnících těšila také témata z astronomie a života významných fyziků, zejména A. Einsteina, I. Newtona, J. Watta a J. Keplera. Druhý ročník soutěže byl (zejména žáky SČ1) rozšířen o témata z biofyziky nebo medicíny. Překvapivě se však v obou ročnících vyskytla i témata z chemie, biologie nebo ekologie. (tab. 2, 3). Tyto předměty totiž byly v dotazníkových šetřeních žáky pravidelně řazeny k nejméně oblíbeným předmětům.

**Hodnocení soutěže z pohledu žáků:** uvítání změny, možnost vyjádření individuálního pohledu na řadu fyzikálních jevů nebo zákonitostí, možnost vyjádření se jinou formou než psanou nebo ústní, příležitost ke zlepšení známky, využití tvořivosti, nápaditosti, badatelského přístupu, spojení příjemného (hobby, sport) s užitečným, zapojení fantazie, různého vý-

tvorného pojetí, možnost pracovat doma, v klidu, vlastním tempem, snížení stresové zátěže, radost z vlastní tvořivé činnosti, seberealizace, zvyšování osobní prestiže...

**Hodnocení soutěže z pohledu učitele:** širší možnost praktického využití fyziky, zvýšený zájem žáků o fyziku a odborné předměty, využití konzultačních hodin, zájem žáků o názor učitele, podpora mezipředmětových vztahů, vytváření zdravého konkurenčního prostředí, projevení zájmu žáků netechnických oborů o tuto soutěž...

### Témata vybraných prací žáků

Vybraná témata	Předmět	Obor
Elektřina a magnetismus	Základy elektrotechniky Číslicová technika Elektronika	ME
Osobní a nákladní doprava	Silniční vozidla Doprava a přeprava Logistika	PD
Působení fyzikálních vlivů na člověka, zvuk	Zdravotní tělesná výchova Přímá péče a osobní asistence Hudební činnost	SČ

Tab. 3: Témata týkající se stěžejních odborných předmětů oborů ME, PD, SČ v obou ročnících soutěže

Téma Fyzika	2011/2012 [%]	Téma Mezipředmětové vztahy	2011/2012 [%]
Elektřina	18	Doprava a přeprava	20
Astronomie	14	<i>letadla</i>	8
Osobnosti fyziky	14	<i>lodě</i>	6
Optika	12	<i>rakety, raketoplán</i>	4
Motory	8	<i>ostatní</i>	2
Dynamika	4	Chemie	2
Jaderná fyzika	4	Biologie	2
Komunikační technologie	2	Ekologie	2

Tab. 2: Srovnání jednotlivých témat v soutěži Fyzika očima našich studentů vybraných žáky oboru ME a PD ve školním roce 2011/2012 [počet prací v %]

Téma Fyzika	2012/2013 [%]	Téma Mezipředmětové vztahy	2012/2013 [%]
Fyzikální jevy v přírodě, elektřina	20	Doprava a přeprava	23
Astronomie	7	<i>letadla</i>	20
Osobnosti fyziky	7	<i>automobily</i>	3
Komunikační technologie	7	Biofyzika a medicína	14

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

Optika	3	Chemie	3
Magnetismus	3	Biologie	3
Fyzika ve sportu	3		

Tab. 3: Srovnání jednotlivých témat v soutěži Fyzika očima našich studentů vybraných žáky oboru ME a PD ve školním roce 2012/2013 [počet prací v %]

	Obor ME		Obor PD	
	2009/2010	2010/2011	2009/2010	2010/2011
1.	Elektřina	Elektřina	Optika	Elektřina
2.	Magnetismus	Jaderná fyzika	Elektřina	Optika
3.	Astrofyzika	Magnetismus	Jaderná fyzika	Magnetismus
4.	Mechanika	Mechanika	Astrofyzika	Astrofyzika

Tab. 4: Pořadí nejčtetnějších odpovědí žáků oborů ME a PD na dotazníkovou položku „Za velmi zajímavé považují tyto části fyziky“

Bylo zjištěno, že výsledky dotazníkového šetření, které části fyziky jsou žáky považovány za velmi zajímavé, korespondují s výběrem témat soutěžních prací.

### 3. Fotografie a videa vítězných prací

Školní rok 2011/2012:

<http://www.sosboh.cz/cs/aktuality-a-clanky/?a=290/fyzika-ocima-nasich-studentu/>

Školní rok 2012/2013:

<http://www.sosboh.cz/cs/aktuality-a-clanky/?a=423/fyzika-ocima-nasich-studentu/>

<http://www.youtube.com/watch?v=EJpq5OBRyUo>

### Literatura

1. KERLÍNOVÁ, Věra, MECHLOVÁ, Erika Vliv hodinové dotace na postoje žáka k předmětu fyzika. s. 40. In: ZELENICKÝ, Ľubomír. *Aktuálne problémy fyzikálneho vzdelávania v európskom priestore: Zborník abstraktov z XVII. medzinárodnej konferencie DIDFYZ 2010*. Ľubomíra Valovičová, Ľubomír Zelenický, CSc. Nitra: Pobočka JSMF v Nitre a Univerzita Konštantina Filozofa v Nitre, 2010. 115 s. Prírodovedec č. 430. ISBN 978-80-8094-795-8.

### Kontaktní adresa

Věra Kerlínová  
SŠ Bohumín, p.o.  
Husova 283, Bohumín  
Telefon: +420 604 344 575  
E-mail: vera.kerlinova@email.cz



### **Výuka biofyziky na Lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Hradci Králové**

David KORDEK

#### **Abstrakt**

V příspěvku je čtenář seznámen s procesem výuky lékařské biofyziky na Lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Hradci Králové v průběhu celého semestru. V tomto procesu se kombinují standardní kontaktní forma výuky s prvky e-learningu, které jsou na LFUK HK realizovány prostřednictvím programu Moodle. O programu Moodle je v příspěvku také uvedeno několik informací. Detailně jsou popsány některé části zmíněné kontaktní formy výuky, zejména praktická laboratorní cvičení. V druhé části jsou čtenářům nabídnuty vybrané e-learningové prvky, které jsou implementovány do procesu výuky lékařské biofyziky.

### **Teaching biophysics at Charles University in Prague – Faculty of Medicine in Hradec Králové**

#### **Abstract**

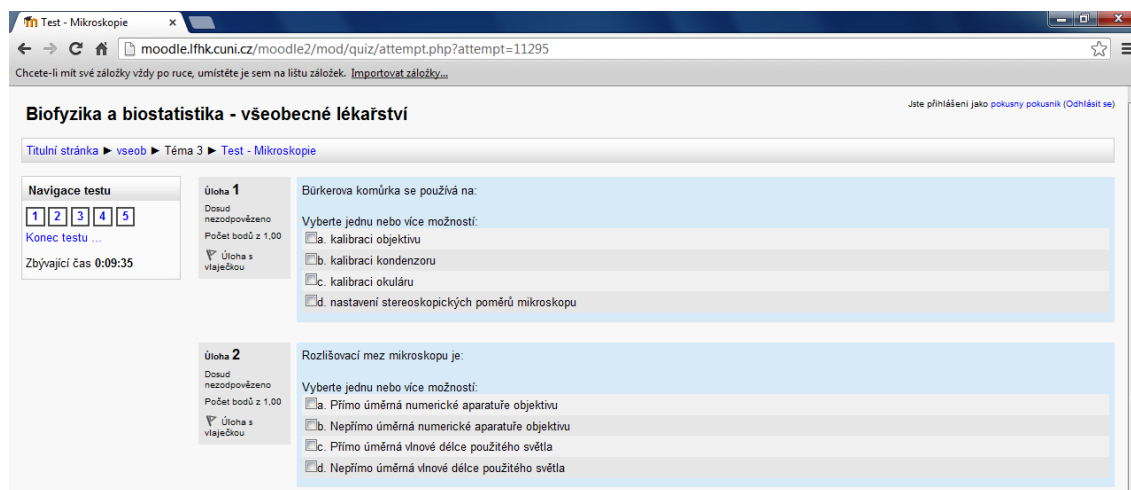
In this paper the reader is acquainted with the process of teaching medical biophysics at Charles University in Prague, Faculty of Medicine in Hradec Králové during the entire semester. This process combines the standard contact form of teaching with the e-learning which are implemented at FMHK through the program Moodle. The paper presents basic information about Moodle. Some of the aforementioned forms of contact teaching are described in detail, especially the practical laboratory exercises. In the second part readers are offered selected e-learning elements implemented in the process of teaching medical biophysics.

#### **Proces výuky na LF**

Výuka předmětu „Biofyzika a biostatistika“ probíhá v prvním semestru prvního ročníku, jako kombinace kontaktní výuky a e-learningu.

Kontaktní výuka probíhá v kombinaci skupinové a hromadné formy výuky. Studenti jsou při zápisu rozděleni do 5 studijních skupin. Toto rozdělení je závazné pro všechny předměty po celou dobu studia. V rámci předmětu „Biofyzika a biostatistika“ jsou dále studenti v každé studijní skupině rozděleni do dvou podskupin A, B. Důvod tohoto rozdělení bude objasněn později. Studenti tak absolvují za semestr sérii přednášek, které jsou společné pro všech 5 studijních skupin. Dále absolvují semináře ze základů výpočetní techniky, zaměřené zejména na osvojení dovedností ze základní sady programů (MS Office) a ze statistiky (zejména řešení příkladů v MS Excel). Některé z těchto seminářů absolvují jako kontaktní výuku některé formou e-learningu, popřípadě vhodnou kombinací. E-learning je na LFHK realizován pomocí LMS Moodle, hostujícím na serveru moodle.lfhk.cuni.cz. V návaznosti na přednášky studenti povinně absolvují praktická laboratorní měření z biofyziky. Praktická cvičení absolvují výhradně formou kontaktní v laboratořích LF, a to tak, že v daný den a danou hodinu absolvují

v rámci jedné studijní skupiny obě výše zmíněné podskupiny A, B paralelně seminář ze statistiky nebo výpočetní techniky a praktická cvičení. Na tato praktická laboratorní měření jsou studenti rozděleni v dané podskupině do tzv. pracovních skupin. Právě v těchto pracovních skupinách každý student postupně v semestru absolvuje celkem 5 různých měření. Vždy na začátku každého měření každý student musí absolvovat online test vytvořený v Moodle, vždy k té úloze, kterou ten den měří. Jedná se o krátký test s 5 otázkami, které se týkají teorie k dané laboratorní úloze. Ukázka jednoho z online testů je na obr. 1.



Obr. 1: Ukázka online testu v Moodle k úloze „Mikroskopie“.

Popis výše zmíněných 5 laboratorních úloh je uveden v následujícím výčtu:

### 1. Mikroskopie

V této laboratorní úloze se studenti naučí pracovat s optickým mikroskopem Opton IM35, vyzkouší si práci s programem, který umožňuje měření mikroskopických objektů zobrazovaných pomocí optického mikroskopu. Cílem této úlohy je změřit na připraveném preparátu průměr 50 erytrocytů a pomocí statistických metod stanovit průměr, směrodatnou odchylku, aj. Jako teoretickou část této úlohy vyžadují od studentů nakreslit schéma optického mikroskopu a vznik obrazu při zobrazení mikroskopem. Dále vyžadují charakterizovat viditelné světlo.

### 2. EKG a krevní tlak

V této laboratorní úloze se studenti seznámí s elektrokardiogramem a s třemi různými přístroji pro měření krevního tlaku. Cílem této úlohy je naměřit hodnoty krevního tlaku na třech různých typech přístrojů a provést vyšetření EKG na končetinových svodech před zátěží a po zátěži. Výstupem z této laboratorní úlohy je výpočet sklonu osy srdeční ze záznamu EKG a výpočet středního tlaku krve. Jako teoretickou část této úlohy vyžadují od studentů objasnění veličiny tlak a vysvětlení Torricelliho pokusu.

### 3. Ultrazvuk

V této laboratorní úloze se studenti seznámí s ultrazvukovým přístrojem určeným pro diagnostické účely. Cílem této úlohy je naměřit průměr karotidy před rozvětvením a průměr v obou větvích po rozvětvení a dále rychlost proudění krve v karotidě před a po rozvětvení.

Výstupem z této laboratorní úlohy je výpočet objemového průtoku v karotidě před rozvětvením a v obou větvích po rozvětvení a ověření platnosti rovnice kontinuity pro danou situaci. Jako teoretickou část této úlohy vyžadují od studentů objasnění veličiny objemový průtok, dále rovnice kontinuity, a vysvětlení Dopplerova jevu v akustice.

### 4. CT (výpočetní tomografie)

V této laboratorní úloze se studenti seznámí se zdrojem ionizujícího záření (133 Ba) a s analyzátozem JKA 300. Cílem této úlohy je experimentálně stanovit součinitel zeslabení u různých materiálů (krychle o straně 2 cm) při průchodu ionizujícího záření. Výstupem z této laboratorní úlohy je výpočet koeficientů zeslabení pro jednotlivé vzorky, a jejich porovnání se změřenými hodnotami a výpočet CT čísel měřených vzorků. Jako teoretickou část této úlohy vyžadují od studentů objasnění funkce rentgenky a popis vlastností RTG záření.

### 5. Smysly

V této laboratorní úloze se studenti seznámí s refraktometrem-FullAutoRef R-FIO, s perimetrem-Medmont Automated Perimetr M700 a s audiometrem. Cílem této úlohy je měření některých vlastností zraku a sluchu na výše zmíněných přístrojích, a příslušné statistické zpracování. Při tomto měření postupně studenti zjišťují refrakční vlastnosti obou svých očí, jejich rozlišovací schopnost a frekvenční citlivost pravého a levého ucha. Výstupem jsou hodnoty hladin intenzit zvuku pro definované frekvence a audiogram. Dále hodnoty citlivosti obou očí z automatického perimetru a hodnota NUMR z autorefraktometru.

Ze všech těchto 5 laboratorních úloh každý student odevzdává vyplněný protokol se svými naměřenými hodnotami. Protokol je vytvořen jako interaktivní Excel soubor, v němž se pomocí maker přímo studentovi indikuje, zda výpočtová pole jsou či nejsou správně. Student poté vyplněný protokol s vypočtenými hodnotami „odesílá“ do ambulantního systému PC doktor. Vyučující tak nemusí protokol kontrolovat, a pouze v tomto systému zkontroluje, zda student odevzdal všechny protokoly. Ukázku jednoho z protokolů můžete vidět na obr. 2 na následující stránce.

Krom již zmíněných seminářů ze statistiky, seminářů ze základů výpočetní techniky a laboratorních měření absolvují studenti také seminář k zápočtovému testu, kde ve tříhodinovém semináři procvičují typové příklady do zápočtového testu. Každý student také absolvuje tři hodinový seminář, ve kterém vybraný student z každé pracovní skupiny z každé studijní skupiny prezentuje danou pracovní skupinou zpracované téma ze samostudia. Tento seminář je jednak užitečný pro procvičování prezentačních dovedností studentů, ale zejména jako výborná možnost pro studenty naučit se pracovat s elektronickými zdroji, katalogy, citacemi, ... Poté, co student absolvuje všech 5 laboratorních úloh, úspěšně napíše všech 5 online testů k laboratorním úlohám, odevzdá zpracované téma ze samostudia, úspěšně absolvuje oba 2 zápočtové testy, odevzdá všech 5 protokolů má právo na udělení zápočtu.

Do tohoto procesu jsou naimplementovány některé úkoly a činnosti pro studenty právě formou e-learningu. E-learning je na LFHK realizován pomocí LMS (learning management system) Moodle, běžícím na adrese <http://moodle.lfhk.cuni.cz/>. V Moodle je možné vytvářet e-learningové kurzy, k nimž mají studenti po přihlášení přístup. S prvky e-learningu se studenti setkávají od úvodních hodin. Při prvním semináři ze základů informatiky se každý student zapisuje, pod přiděleným skupinovým heslem (každá z 5 skupin má své heslo), do vytvořeného kurzu „Biofyzika a biostatistika – všeobecné lékařství“. Tento typ zápisu do kurzu

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

je v Moodle označován jako „Režim skupin“, a pro naše účely se ukazuje jako velmi užitečný. Důvodem je možnost sledování a hodnocení všech aktivit studenta v daném kurzu ve skupinách, což přináší pro vyučující výrazně vyšší přehlednost. Kurz „Biofyzika a biostatistika – všeobecné lékařství“ je rozdělen do témat a jako celek obsahuje všechny potřebné informace k předmětu. Úvodní stránku kurzu můžete vidět na obr. 3. Studenti v kurzu získají mnoho pasivních informací, plní některé aktivní úkoly, jak povinné, tak nepovinné. Konkrétně studenti mají v kurzu k dispozici návody na praktická cvičení (v Moodle se jedná o činnost „kniha“), dále musí jako součást kurzu absolvovat online testy k laboratorním úlohám, jak bylo zmíněno dříve. Další z povinných činností v kurzu je odevzdání prezentace ze samostudia do vytvořené databáze (v Moodle činnost „databáze“).

**Protokol - datová karta**

Praktická cvičení z Lékařské biofyziky

Ultrazvuk

**Přihlašovací jméno:**

**Jméno a příjmení:**  **Skupina:**  **Podskup.:**

Pokud není uvedeno jinak, vkládejte hodnoty zaokrouhlené na 3 platné číslice.

Souhrnné tabulky naměřených hodnot pro měření rychlosti, průměru a průtoku tepnou.

Rychlost [cm/s]	Tepna	Větev 1	Větev 2
1			
2			
3			
4			
5			
<b>Průměrná rychlost</b>			

Průměr [cm]	Tepna	Větev 1	Větev 2
1			
2			
3			
4			
5			
<b>Průměrný průměr</b>			

Průřez [m <sup>2</sup> ]	Tepna	Větev 1	Větev 2
Průtok [m <sup>3</sup> /s]			
Průtok [l/min]			

**Odeslat Data**

Obr. 2: Protokol z úlohy „Ultrazvuk“.

Biofyzika a biostatistika - všeobecné lékařství

Jste přihlášení jako David Kordak (Odhájit se)  
Čeština (cs)

Titulní stránka ► vseob

Zapnout režim úprav

Opravný zápočtový test z biofyziky (poslední šance) se bude psát 22.1. a 24.1.2013 ve 14:00.

[Novinky](#)

**Téma 1**

**Informace o předmětu, rozvrh, otázky, pravidla hry**

- [Podminky udělení zápočtu](#)
- [Rozvrh 2012-2013](#) 20KB Formulář aplikace Excel
- [Harmonogram praktik dle pracovních podskupin](#)
- [Rigorozní zkouška](#)

**Téma 2**

**Přednášky 2012/2013**

[Přednášky 2012-2013](#)

**Téma 3**

**Praktika - laborky**

Najdete zde vše k laborkám: interaktivní návod, odkaz na on-line test a prázdný protokol ke stažení

- [Praktika MIKROSKOPIE - návod - test - protokol](#)
- [Praktika EKG A TK - návod - test - protokol](#)
- [Praktika ULTRAZVUK - návod - test - protokol](#)
- [Praktika CT - návod - test - protokol](#)
- [Praktika SMYSLY - návod - test - protokol](#)

- [Instrukce k on-line testům v laborkách](#)
- [Databáze - protokoly](#)
- [Test - smysly](#)
- [Test - ultrazvuk](#)
- [Test - CT](#)
- [Test - ekg a TK](#)
- [Test - Mikroskopie](#)

**Téma 4**

**Praktika - statistika**

[Excel-statistika](#)

[Interaktivní učebnice statistiky formou e-learningového kurzu.](#)

**Téma 5**

**Praktika - Informatika**

[PC Doktor - stručný úvod](#)

Možnosti použití PowerPointu naleznete v [tomto kurzu](#).

**Prohledat fóra**

[Pokročilé vyhledávání ?](#)

**Poslední novinky**

[Přidat nové téma...](#)  
(Dosud nebyly vloženy žádné novinky)

**Nadcházející události**

Žádné nadcházející události  
[Jdi do kalendáře...](#)  
[Nová událost...](#)

**Nedávná činnost**

Výpis od pondělí, 15. duben 2013, 10.44  
[Úplná sestava o nedávné činnosti...](#)  
Nic nového od vašeho posledního přihlášení.

Obr. 3: Ukázka tematického uspořádání kurzu „Biofyzika a biostatistika-všeobecné lékařství“.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

V kurzu mají studenti také k dispozici diskuzní fórum (v Moodle činnost „fórum“), z něj dostávají jimi vložené příspěvky na email. Jako součást kurzu student také povinně absolvuje 2 zápočtové testy. Jejich výhoda spočívá v tom, že každému studentovi je vygenerován jiný test, ale s typově podobnými příklady. Všechny tyto činnosti jsou v kurzu studentům hodnoceny, některé hodnotí vyučující, jiné samotný systém. Vyučující tak má k dispozici před udělením zápočtu souhrnnou tabulku všech hodnocených činností studenta v rámci daného kurzu, a ihned vidí, zda má student nárok na zápočet, či nikoliv. Takovou souhrnnou tabulku můžete na ukázkou vidět na obr. 4.

I když nám daný systém výrazně zjednodušil některé úseky výuky, problém i tak zůstává s automatickým načítáním odeslaných protokolů do Moodle. Po úspěšném zvládnutí této činnosti budeme moct vytvořit celkové hodnocení s možnostmi, jako souhrn všech hodnocených aktivit se stupnicí například: zápočet ano/ne, a učitel tak pouze danou tabulku vytiskne a může udělit zápočty.

Biofyzika a biostatistika - všeobecné lékařství: Zobrazit: Celkový přehled								
Titulní stránka ► vseob ► Správa známek ► Celkový přehled								
Celkový přehled								
Oddělené skupiny [Skupina 5 ▼]								
Biofyzika a biostatistika ...								
E-mailová adresa	Zápočtový test - statistika	Zápočtový test - biophysika	Databáze - protokoly	Databáze - samostudium	Zápočtový test - biofyzika	Test - Mikroskopie	Test - ekg a TK	Test - CT
BOROVKA@lfhk.cuni.cz	57,78	86,67	Protokoly odevzdaný	Samostudium vyhovuje	-	10,00	8,00	10,00
CERMAMA1@lfhk.cuni.cz	86,67	80,00	Protokoly odevzdaný	Samostudium vyhovuje	-	6,00	10,00	8,00
DOUBRAPE@lfhk.cuni.cz	73,33	80,00	Protokoly odevzdaný	Samostudium vyhovuje	-	10,00	8,00	10,00
FAUSTOVI@lfhk.cuni.cz	66,67	90,00	-	Samostudium vyhovuje	-	8,00	10,00	10,00
FOLTEHOJ@lfhk.cuni.cz	62,22	60,00	Protokoly odevzdaný	Samostudium vyhovuje	-	8,00	8,00	5,00
HABOVAI@lfhk.cuni.cz	53,33	86,67	Protokoly odevzdaný	Samostudium vyhovuje	-	8,00	5,00	10,00
HAVBANKG@lfhk.cuni.cz	73,33	93,33	Protokoly odevzdaný	Samostudium vyhovuje	-	8,00	10,00	8,00

Obr. 4: Výřez souhrnné tabulky známek pro všechny činnosti v kurzu.

## Program Moodle

Moodle [múdl] je označován jako softwarový balíček, který se používá pro vytváření elektronických výukových systémů a e-learningových kurzů, jedná se tedy o typ software LMS, tedy Learning Management System - řídicí výukový systém (systém pro řízení výuky), tedy aplikace řešící administrativu a organizaci výuky v rámci e-learningu. Moodle patří do řady „Otevřený software“ (anglicky open-source software nebo open software, zkratka OSS) spadající pod licenci GNU. Zakladatelem a vývojářem programu Moodle je Martin Dougiamas, který se na vývoji podílí dodnes. Na české mutaci se pracuje od roku 2003. Více informací o instalaci programu Moodle, o jeho funkcích, o jeho použitelnosti, atd. se můžete dozvědět na <https://moodle.org/> nebo <http://moodle.cz/>.

## Závěr

V příspěvku máte k dispozici různé nápady a jejich realizace, které by mohly vést k zefektivnění některých prvků ve vašem výukovém procesu, nebo k zvýšení zájmu studentů (s ohledem na požadavky dnešní doby). V žádném případě nemá příspěvek sloužit jako univerzální schéma pro kombinaci e-learningu a kontaktní výuky.

## Literatura

1. < <http://cs.wikipedia.org/wiki/Moodle> >
2. < <http://moodle.lfhk.cuni.cz/> >

### Kontaktní adresa

RNDr. David Kordek, Ph.D.  
Ústav lékařské biofyziky  
Univerzita Karlova v Praze  
Lékařská fakulta v Hradci Králové  
Šimkova 870  
500 38 Hradec Králové 1  
Telefon: +420 495 816 249  
E-mail: kordekd@lfhk.cuni.cz

### Kvantová gravitace ve výuce

Jindřich KORYTÁŘ

#### Abstrakt

Článek pojednává o zajímavých tématech vědeckého oboru nazvaného kvantová gravitace a o jejich výuce v České republice

### Quantum gravity in education

#### Abstract

The article is about interesting topics specific scientific field - Quantum gravity. The article describe implementation this field in to Czech education. The author choose interesting experience from the learning of the quantum gravity too.

#### Úvod

Obsahem předloženého článku je zamyšlení nad možnostmi výuky podání kvantové gravitace na některých SŠ a VŠ s využitím populárně naučné a odborné literatury. Nejedná se o zavedení systematického kurzu, ale spíše o vhodné zařazení některých jejích zajímavých partií do výuky fyziky. Důvodem je zájem studentů a laické veřejnosti o hraniční oblasti fyzikálního výzkumu týkající se například kosmologie a astrofyziky, které se dají vhodně využít pro popularizaci fyzikálně matematických věd. Ovšem pochopitelně prioritou zůstává výuka předepsaných partií experimentálně ověřených a majících na SŠ mnohde bohužel nedostačující časovou dotaci. Na myslí máme např. standardní model, astrofyziku atp. Nejprve ale naznačíme náplň tohoto náročného oboru. Již z názvu kvantová gravitace vyplývá snaha o propojení kvantové a obecné teorie relativity.

Zatím se ukazuje, že kvantová teorie je univerzálním modelem přírody. Popisuje tři druhy interakcí: silnou, slabou, elektromagnetickou a pokouší se je sloučit v jednu interakci. Zatím se podařil model elektroslabé interakce s využitím Higgsova mechanismu. Další navrhované sjednocení je velké sjednocení, kde se k elektroslabé interakci přidá silná interakce. Jednou z možností je například opět využít zmiňovaný Higgsův mechanismus.

Obecná teorie relativity formulovaná A. Einsteinem v roce 1915 popisuje chování astronomických útvarů ve vesmíru a tvoří základ současné kosmologie. Byla a je neustále experimentálně prokazovaná její platnost.

Kvantová gravitace vznikla sloučením kvantové teorie s obecnou teorií relativity (myšlen je Einsteinův model gravitace). Položme si na začátku otázku. V jakých měřítkách má cenu uvažovat kvantovou gravitaci? Pro její zodpovězení zavedeme tzv. Planckovy rozměry složené z fyzikálních veličin, jež jsou rychlost světla  $c$ , gravitační konstanta  $G$ , kvantová veličina  $\hbar$ . Jejich kombinováním obdržíme postupně:

Planckovu délku



$$l_p = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \approx 1,66 \cdot 10^{-33} \text{ cm},$$

Planckův čas

$$t_p = \frac{l_p}{c} \approx 5,44 \cdot 10^{-44} \text{ s},$$

Planckovu hmotnost

$$m_p = \frac{\hbar}{l_p} \cdot \frac{1}{c} \approx 2,17 \cdot 10^{-5} \text{ g}.$$

Je zajímavé, že toto vyčíslení provedl Planck v roce 1899, tj. rok před publikováním svého článku o vyzařování absolutně černého tělesa. Dále můžeme obdržet Planckovu teplo- a Schwarzschildův poloměr [3]. Jaký následující vývoj může kvantová gravitace prodělat?

Zatím máme tři možnosti:

1. **je možné sloučení** – hypotézy

- a) *strunová teorie*
- b) *smyčková teorie*
- c) *nekomutativní geometrie*
- d) *kvantová kosmologie*
- e) *supergravitace*
- f) *další modely*

2. **není možné sloučení** – příkladem takového přístupu je Verlinderovo pojetí gravitace, který tvrdí, že gravitace je makroskopickým projevem mikroskopického chování elementárních částic (pochopitelně bez hypotetické částice zvané graviton). Podle zmiňovaného autora lze Newtonovu a Einsteinovu gravitaci získat na základě statistického chování částic. Takže budeme mít pouze tři mikroskopické interakce (silnou, slabou a elektromagnetickou). Hypotéza je zřejmě chybná např. volbou nevhodného statistického rozdělení [4].

3. **jiná neznámá alternativa**

Motivace vedoucí k tvorbě kvantové gravitace:

1. *sjednocení interakcí* – cestu naznačuje elektroslabé sjednocení. Nejčastěji zmiňované hypotézy jsou (superstrunová a membránová teorie)
2. *astrofyzika a kosmologie* (černé díry, vznik vesmíru) – příkladem je vypařování černých děr, červí díry.
3. *pochopit velký třesk*
4. *čas* – do kvantové teorie vstupuje čas jako vnější faktor zanesený speciální teorií relativity. Naproti tomu čas v obecné teorii relativity popsán časoprostorem je dynamicky se vyvíjející objekt. Z jakých důvodů má čas jeden rozměr? Další je problém „šipky“ času [3].

### Strunová a superstrunová teorie

Jedná se především o unifikační teorii. Vznikla na konci 60. let při studiu silných interakcí a je spojena se jmény Gabrielo Venezio, Machiko Suzuki a Yoichita Nambu. Základní myšlenkou je nahradit bodový charakter určitých částic modelem kmitajícího vlákýnka (stru-

ny). Přejít do mikrosvěta je realizován kanonickým kvantováním souřadnice a hybnosti struny. Tak vznikla bosonová struna pohybující se v 26 dimenzionálním prostoročase. Při řešení interakcí strun se aplikuje Feynmanův dráhový integrál přes všechny možné topologie napojení tzv. „kalhot“. Jejím klíčovým problémem je existence tachyonu. Jedná se o částici pohybující se rychlostí větší než je rychlost světla a mající imaginární hmotnost. Dalším problémem je popis pouze interakčních (bosonů) částic. Naznačené problémy byly odstraněny zavedením super-symetrie do této teorie. Přineslo to rozšíření modelu na částice hmoty (fermiony), odstranění tachyonu a v neposlední řadě i snížení dimenze prostoročasu na deset. V současnosti existuje pět typů super-symetrických strun. Všechny struny má sjednotit M-teorie. Je možné si ji obrazně přiblížit na příkladu jedné z nejstarších knih Bible určené (konkrétně vezmeme římské katolíky) věřícím, která je psaná v různých jazycích, ale obsah je stejný. V dnešní době se pracuje nadále na polní teorii strun, bránách, a hledají se nové možnosti experimentálního ověření (urychlovači, černými děrami a kosmologií) [5].

### Smyčková teorie gravitace

V měřítcích Planckovy škály Einsteinova teorie gravitace neplatí, protože její veličiny nabývají nekonečných hodnot. Ve 30. letech 20. století provedli teoretici pokusy ji kvantovat. Jejich snaha skončila nezdarem z důvodů existence výrazů obsahujících nekonečna, která se ani později nedala odstranit renormalizační procedurou (vyjádření teoretických hodnot pomocí experimentálních). Jiní se soustředili na pevný zakřivený prostoročas vytvářející kulisu pro kvantování elektromagnetického pole. Na rozdíl od nich relativističtí fyzikové přistupují k tomuto problému z geometrického hlediska. V 50. letech 20. století J. A. Wheeler přednesl hypotézu, že se v nejmenším měřítku jedná spíše o pěnový prostoročas. Je také známá Wheeler–De Wittova parciálně diferenciální rovnice, kterou získali oba protagonisté kanonickým kvantováním upravené formulace obecné teorie relativity (rozkladem prostoročasu na trojrozměrnou prostorovou varietu a na čas). Bohužel řešit zmiňovanou rovnici není možné z důvodu nekonečné oblasti (super-prostoru). Někteří fyzikové zavádí mini-super-prostor, kde je možné rovnici řešit. Původem indický fyzik Ashtekar v roce 1986 přistoupil k problému zavedením nových proměnných, které dnes nesou jeho jméno. Zavedl konexi  $A$  jako konfigurační proměnnou a triádu  $E$  jako sdružené impulzy. Ty jsou dále prohlášeny za operátory s kanonickými konfiguračními relacemi. Kvantové stavy konfiguračního pole v konexní reprezentaci jsou funkcionály konexe. Postup vyžaduje regularizaci. Potom fyzikální stav nezávisí na konexích v jednotlivých bodech, ale na operátoru paralelního přenosu po uzavřených křivkách (smyčkách) označovaných jako holonomie. Odtud název smyčková teorie. Hilbertův prostor, ve kterém pracujeme, se skládá z funkcí holonomie křivek, které vytváří uzavřené síť obsahující hrany a vrcholy, které nazýváme spinové síť vycházející z Penrosových twistorů [2]. Výsledkem je diskretní 3. dimenzionální prostor tvořený kvanty plochy a objemu. Velikost plochy je  $10^{-33}$  cm a velikost objemu je  $10^{-99}$  cm. Bohužel je v této teorii narušena speciální teorie relativity, jež je zde nahrazena dvojitou speciální teorií relativity známou pod zkratkou DSR (Double Special Relativity). Na rozdíl od Einsteinovy speciální teorie relativity obsahující postuláty relativity pohybu a invariantnosti rychlosti světla přibude ještě invariant Planckovy délky. Proto se jí říká dvojitá. Na základě těchto skutečností se přeformuluje vztah mezi energií a hybností a Lorentzovy transformace se upraví. Časový vývoj spinorové sítě v čase je bohužel popsán komplikovaným výpočtem s využitím Feynmanova integrálu. Pomocí kvantové geometrie můžeme kvantovat horizont událostí černé díry. Představujeme si ho jako povrch složený z elementárních buněk nul a jedniček. Každá buňka je určena vláknem spinové sítě protínající horizont událostí. Černá

díra o hmotnosti Slunce obsahuje  $10^{77}$  vláken. Pokud se černá díra vypařuje na základě Hawkingovy domněnky, tak se vlákna postupně ztrácejí. Například, v kvantové kosmologii Carlo Rovelli se svými spolupracovníky provedl výpočty dokazující neexistenci singularit černých děr [1]. Kolabující hmota nekončí v singularitě, ale proniká do nové prostoročasové oblasti (sériového vesmíru). V teorii lze vybudovat pojem částice vzniklé proplétáním smyček vedoucí k preonovému modelu částic.

### Nekomutativní geometrie

Tento obor v dnešní době hraje významnou úlohu v kvantové mechanice, fyzice vysokých energií, kondenzovaných látkách a obecné teorii relativity. Snyder zavedl nekomutativní prostor pracující s krátkými Lorentzovsky kovariantními vzdálenostmi, které měly řešit divergence v relativistické kvantové teorii pole. Významným matematikem rozvíjející tento exaktně náročný obor je francouzský matematik Connes oceněný za to Fillcovou cenou. Významný strunový teoretik Witten ukázal, že některé strunové teorie lze formulovat s využitím nekomutativní geometrie. Ukazuje se, že ani smyčková teorie nezahálí. Aplikuje znalosti nekomutativní geometrie při popisu vývoje spinové pěny. Někteří odborníci, například americký teoretický fyzik Smolin, naznačují možnost spojení strunové a smyčkové gravitace ve styčné oblasti nekomutativní geometrie.

### Výuka kvantové gravitace na školách v České republice

Kurz nazvaný Úvod do super-symetrie nabízí Ústav částicové a jaderné fyziky MFF UK v Praze pod vedením předního českého strunového teoretika Schnabla. V minulosti bylo pár hodin věnováno této problematice ve vynikajících přednáškách nazvaných „Relativistická fyzika 2“ v časové dotaci čtyř hodin přednášek, prezentovaných vynikajícím znalcem a pedagogem panem Bičákem. V rámci seminářů na MFF také proběhly v roce 2007 lekce smyčkové kvantové gravitace přednášené významným odborníkem Thiemannem. Videozáznam přednášek je dostupný na webových stránkách oddělení Teoretické fyziky MFF UK <http://utf.mff.cuni.cz/seminare/texty/Thiemann>. Dalším jistě zajímavým kurzem souvisejícím s kvantovou gravitací jsou přednášky teoretického fyzika Krtouše pojmenované „Kvantová teorie v zakřiveném prostoročasu“ v časové dotaci dvou hodin přednášek. Smyčková teorie gravitace se systematicky vyučuje pod vedením Hinterleitnera i na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity od roku 2002 do současnosti v časové dotaci tří hodin. V období 1999 a 2000 zde přednášel „Úvod do teorie superstrun“ v časové dotaci dvou hodin odborník a současný ředitel Ústavu teoretické fyziky Unge. Na Západočeské univerzitě v Plzni proběhly oficiálně čtyři přednášky týkající se teorie strun, superstrun a membrán. Dvě z nich měl odborník z Harvardovy univerzity pan Motl, kde zasvěcenou populárně naučnou formou vysvětlil obsah oboru široké akademické veřejnosti. Stejný charakter měla přednáška uskutečněná dalším naším odborníkem v této oblasti panem Ungem z Masarykovy univerzity v Brně na interdisciplinárním semináři ZČU v Nečtinech. Přehledový seminář uskutečnil na stejné univerzitě teoretický fyzik Slavík.

Jak už jsme naznačili v úvodu, systematická výuka pochopitelně na SŠ vzdělávacím stupni nepřipadá v úvahu a ani neprobíhá vyjma populárních přednášek. Přesto v některých vhodných partiích je možné naznačit zvědavým studentům existenci tohoto oboru. Otázkou je, kde učitel střední školy může získat patřičné odborné informace, aniž by navštívil zmíněné přednášky. Největším a nejspolehlivějším zdrojem jsou odborné a populárně naučné publikace. Odborných publikací vychází obrovské množství. Zaměříme se na úvodní pojednání,

kde jsou detailně naznačeny matematické postupy. Do této skupiny publikací (dle mého názoru) jistě patří edice Demystified. V ní je dobré nejdříve prostudovat knihu David McMahon Quantum Field Theory pokrývající oblast kvantové teorie pole s přesahem do Standardního modelu. Po té případný nadšený pedagog vrhne své síly na spekulativní struny v podobě knihy téhož autora String Theory Demystified, jenž doplníme knihou Patrick Labelle Supersymmetry ze stejné edice. Vhodné je paralelně studovat knihu nazvanou Barton Zwiebach A first course in String Theory z MIT určenou pro bakalářský kurz fyziky. Zajímavou publikací popisující přehledně klíčové přístupy je Klaus Kiefer Quantum Gravity. Pro vytvoření celkového přehledu o kvantové teorii je přínosná kniha A. Zee Quantum Theory in a Nutshell z Princentonu. K těmto zdrojům přidáme populárně naučné knihy M. Green „Elegantní vesmír“ nebo M. Kaku, J. Thomsonová „Dále než Einstein“ podporující správnost strunových úvah. Na druhé straně je potřeba určité vědecké kritičnosti reprezentovanou např. Smolinovým pojednáním nazvaným „Fyzika v potížích“ či Woitovým „Dokonce ani špatně“.

U smyčkové teorie nebudeme mít takovouto nabídku srozumitelných knih. Zatím jedinou se zdá publikace autorů R. Gambini a J. J. Pullin A First Course in Loop Quantum Gravity, kde není vše podrobně řešeno. Nicméně je tato publikace srozumitelně napsána a přehledně nás provádí úskalími této nelehké disciplíny. Složitější variantou je publikace C. Rovelli Quantum Gravity. Z populárně naučných můžeme jmenovat Lee Smolin Three Roads To Quantum Gravity přeložená do slovenského jazyka nakladatelstvím Kalligram.

Největší překážky nás čekají při studiu nekomutativní geometrie. Snad „snesitelnou“ učebnicí je Giovany Landi And Introduction Noncommutative Spaces and Their Geometries. V případě nahlédnutí do internetového knihkupectví Amazon zjistíme nedostatek populárně naučných publikací z NC geometrie.

*Poznámka autora:*

Zatím se mi nepodařilo objevit populárně naučnou knihu s tématem NC geometrie. Odborné úvodní učebnice počítající se základními znalostmi algebraické geometrie, která se běžně vyučuje. Tím se stávají pro většinu zájemců nesrozumitelnými.

### Závěr

Dnešní moderní společnost v České republice potřebuje profesně zdatné techniky produkující výrobky s velkou přidanou hodnotou. Proto je nutné už od základních škol žáky a studenty orientovat k technickým předmětům, jejichž základem je znalost matematiky a fyziky. Je třeba neustále zatraktivňovat výukové metody. Napomoci by také měly zajímavé moderní učebnice (např. učebnice typu Halliday–Resnick–Waker Fyzika) a doplňkové učební texty mající spojitost se současným světem. Do výuky je možné šetrně vkládat poznatky z moderních fyzikálních oborů (fyzika pevných látek – nanomateriály, jaderná a částicová fyzika) a s určitou patrností i zde popsany obor. Vše ovšem záleží na celkovém počtu vyučovacích hodin.

### Literatura

1. GAMBINY R., PULLIN J.: A First course in Loop Quantum Gravity. Oxford University Press, New York 2011.
2. HORSKÝ J., NOVOTNÝ J., ŠTEFANÍK M.: Úvod do fyzikální kosmologie. Academia, Praha 2004.
3. KIEFER C.: Quntum Gravity. Oxford University Press, New York 2007.

4. VERLINDE E.: On the Original and the Laws of Newton. 6. Jan 2010 [online]. Citované [28.06 2013]. Dostupné na internetu:< <http://arxiv.org/abs/1001.0785>>
5. ZWIENBACH B.: A first Course in String Theory. Cambridge University Press, New York 2009.

### Kontaktní adresa

Ing. Jindřich Korytář

Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy FPE ZČU v Plzni

Klatovská 51, Plzeň 30100

Telefon: +420 377636508

E-mail: [korytar@kmt.zcu.cz](mailto:korytar@kmt.zcu.cz)

### Elektronická sbírka řešených úloh z fyziky a matematiky

Zdeňka KOUPILOVÁ, Dana MANDÍKOVÁ, Marie SNĚTINOVÁ

#### Abstrakt

Elektronická sbírka řešených úloh z fyziky a matematiky je určena vysokoškolským a středoškolským studentům k opakování a prohlubování učiva či k přípravě na přijímací zkoušky z fyziky na VŠ. Úlohy ve sbírce obsahují podrobně komentovaná řešení, komentáře a strukturované nápovědy. V současné době sbírka obsahuje úlohy z mechaniky, elektřiny a magnetismu, termodynamiky a molekulové fyziky, teoretické mechaniky, fyziky mikrosvěta, úlohy zabývající se matematickými metodami ve fyzice a úlohy z matematické analýzy. Sbírkou je dostupná na adrese <http://fyzikalniulohy.cz> a nyní obsahuje více než 750 českých úloh.

### Electronic collection of solved physics and mathematics problems

#### Abstract

Electronic collection of fully solved problems is suitable for university students as well as for high school students for independent repeating and improvement of their physics knowledge. The structure of problem solutions is specially designed to substitute tutor's help during lesson and encourage students to solve at least some parts of a problem independently. Nowadays there are more than 750 problems divided into 7 physics and mathematics chapters. The collection is placed at the website, the link is: <http://www.fyzikalniulohy.cz>, and it has also its English and Polish version on the website: <http://physicstasks.eu>.

#### Úvod

Příspěvek navazuje na vystoupení z předchozích let, kde byla prezentována elektronická sbírka řešených úloh z fyziky vznikající na KDF MFF UK. Sbírkou je určena především k prohlubování a opakování učiva pro studenty úvodních fyzikálních a matematických kurzů na vysokých školách a pro středoškolské studenty se zájmem o fyziku. Do sbírky jsou postupně doplňovány i jednodušší fyzikální úlohy vhodné pro žáky základních a středních škol. Sbírkou mohou používat samozřejmě i pedagogové a další zájemci z řad veřejnosti.

Sbírkou obsahuje podrobná komentovaná řešení všech úloh, komentáře a strukturované nápovědy, které čtenářům pomáhají při samostudiu a vedou je k aktivnímu přístupu a plnému pochopení dané úlohy. V posledním roce došlo k rozšíření sbírky o nové kapitoly a zároveň ke změnám v administrátorském i uživatelském rozhraní sbírky. Tyto změny jsou více popsány v kapitole *Novinky ve sbírce*.

## Jak sbírka vypadá

Sbírka obsahuje podrobná komentovaná řešení všech úloh, komentáře a strukturované nápovědy, které čtenářům pomáhají při samostudiu a vedou je k aktivnímu přístupu a plnému pochopení dané úlohy.

**Sbírka řešených úloh z fyziky**

**Teoretická mechanika**

Mechanika
Elektřina a magnetismus
Termodynamika a mol. fyzika
Teoretická mechanika
Fyzika mikrosvěta
Matematické metody
Matematická analýza

**O sbírce**

**Úlohy**

- Úvodní problémy (2)
- Princip virtuální práce (8)
- D'Alembertův princip a Lagrangeovy rovnice I. druhu (2)
  - Hmotný bod na kouli (VŠ)
  - **Matematické kyvadlo – síla závěsu (VŠ)**
- Lagrangeův formalismus (14)
- Hamiltonův formalismus (2)
- Tuhé těleso (0)
- Kontinuum (0)
- Různé problémy (1)

**Filtrování úloh**

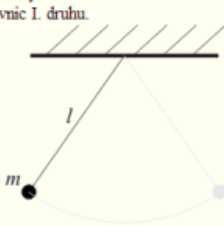
**Zobrazit úlohu**

kód:

**Matematické kyvadlo – síla závěsu**

Úloha číslo 947

Určete vazbovou sílu, kterou působí závěs matematického kyvadla na hmotný bod užitím Lagrangeových rovnic I. druhu.



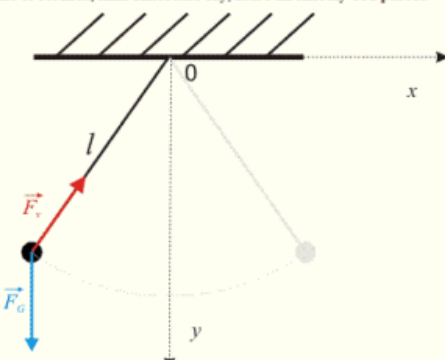
http://fyzikalniulohy.cz

**Nápověda 1**

Matematické kyvadlo je vlastně hmotný bod zavěšený na tuhém nehmotném závěsu. Určete síly, které na hmotný bod působí, a vazby, kterým je jeho pohyb podroben. Síly rozdělte na vtištěné a vazbové.

**Řešení nápovědy 1**

Nakreslíme si obrázek, kam zaneseme síly, které na hmotný bod působí



http://fyzikalniulohy.cz

Na hmotný bod působí vtištěná tíhová síla:

$$\vec{F}_G = (0, mg).$$

Zároveň na něj působí vazbová síla  $\vec{F}_v$ , což je hledaná síla, kterou působí závěs. A jeho pohyb je podroben vazbě:

$$G(x, y) = x^2 + y^2 - l^2 = 0. \quad (1)$$

**Nápověda 2**

**Nápověda 3**

**Nápověda 4**

**Celkové řešení**

**Odpověď**

Obr. 1: Příklad zobrazení úlohy ve sbírce

Stránka s úlohou, tak jak ji uživatel vidí, je rozdělena na několik částí. V levé části se nachází rozbalovací menu se seznamem úloh (tvoří obsah a zároveň rozcestník sbírky). Úlohy v jednotlivých tematických celcích jsou členěny do kapitol a podkapitol. Samotná úloha se zobrazuje v pravé části stránky.

Pod zadáním úlohy jsou pod sebou umístěny „rozklikávací“ lišty s názvy jednotlivých oddílů, ze kterých se skládá řešení úlohy. Požadovaný oddíl se zobrazí vždy přímo pod příslušnou lištu a poklepáním na lištu jej lze opět zavřít. Zobrazené oddíly mohou obsahovat lišty dalších, na první pohled skrytých, oddílů.

Úlohy jsou označeny podle náročnosti příslušnou kategorií (ZŠ, SŠ, SŠ+ a VŠ). Pokud se úloha řeší nějakým méně obvyklým způsobem, může být zařazena do jedné ze speciálních kategorií – úloha řešená graficky, úloha řešená úvahou, komplexní úloha, úloha řešená neobvyklým „trikem“ a úloha s vysvětlením teorie. Obojí je vyznačeno pomocí malých ikoněk vpravo od zadání úlohy.

Každá úloha má svůj výstižný slovní *název* a přehledné, jasně formulované *zadání*. Snažíme se, aby zadané číselné hodnoty byly reálné. V jednotlivých kapitolách jsou úlohy řazeny jednak tematicky a v rámci jednoho tématu potom podle stoupající obtížnosti. Jak bylo napsáno výše, vlastní řešení úlohy je členěno na jednotlivé oddíly. První oddíly, na které je členěno vlastní řešení úlohy, obsahují obvykle *nápovědy*. Ty jsou psány tak, aby pomohly řešitelům v začátcích a zároveň je motivovaly k samostatnému vyřešení úlohy. Další součástí úlohy bývá *rozbor*, ve kterém je slovně shrnutý postup (strategie) *řešení* úlohy. Každá úloha obsahuje podrobné komentované řešení, kde je postup popsán „krok po kroku“. Myslíme i na uživatele s horší matematickou průpravou a podrobně rozepisujeme složitější matematické úpravy, aby byly zřejmé jednotlivé kroky. U všech úloh je uvedena *odpověď* umožňující rychlou kontrolu při samostatném počítání. V *komentáři* úlohy může být uveden jiný možný postup řešení, další možné varianty zadání či poznámky k jeho realističnosti, různé zajímavosti apod. Související úlohy jsou mezi sebou provázány pomocí *odkazů*. Pořadí jednotlivých oddílů v řešení úlohy není pevně dáno a záleží na tvůrci a povaze úlohy, jak budou oddíly seřazeny.

V rámci webového rozhraní si může čtenář nastavit, aby se mu zobrazovaly pouze úlohy požadované obtížnosti a případně i vybraného typu.

### Současný stav sbírky

Celá sbírka v současnosti obsahuje přes 750 zveřejněných úloh – přibližně 200 úloh z mechaniky, 215 úloh z elektřiny a magnetismu, 140 úloh z termodynamiky a molekulové fyziky, 60 úloh z fyziky mikrosvěta a 29 úloh z teoretické mechaniky. Přibyly také dvě nové kapitoly – Matematické metody, kde je zveřejněno 18 úloh, a Matematická analýza, která obsahuje 110 úloh.

Úlohy v kapitole Matematické metody mají fyzikální podtext a jsou zaměřeny na využití základních matematických metod potřebných při řešení fyzikálních úloh, zejména diferenciálního a integrálního počtu. Motivací k zařazení této kapitoly do sbírky byla skutečnost, že zejména na vysokých školách výuka fyziky předbíhá výuku matematiky, co se potřebného matematického aparátu týče. Úlohy ve sbírce mohou studentům pomoci doplnit si a procvičit potřebné matematické dovednosti. Kapitola Matematická analýza v současnosti obsahuje hlavně úlohy zaměřené na limity posloupnosti a limitu a spojitost funkce. Dále jsou k tomuto tématu připravovány úlohy do podkapitol Derivace, Taylorův rozvoj, Číselné řady, aj. Sou-



časně jsou vytvářeny a postupně začleňovány nové úlohy i do ostatních kapitol sbírky. Většina úloh vzniká v rámci studentských prací studentů učitelství fyziky.

Sbírka má i svou anglickou (55 úloh) a polskou (90 úloh) verzi a je připravena ve své uživatelské části na rozšíření i pro případné další jazyky.

### Novinky ve sbírce

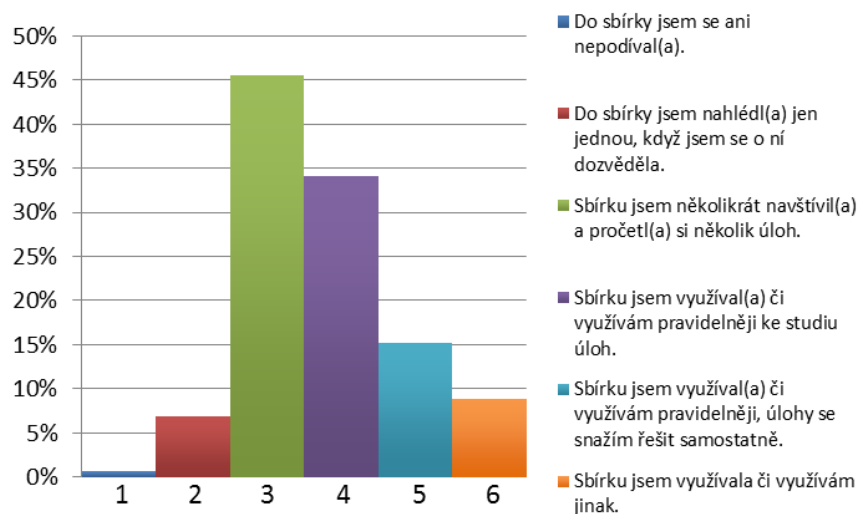
Během posledního roku bylo významně vylepšeno administrátorské rozhraní sbírky. Vyžádal si to zvětšující se tým lidí, kteří sbírku vytvářejí, i zvětšující se počet úloh. Konkrétně došlo k úpravě práce s přístupovými právy a monitorování dění v databázi sbírky. Bylo vytvořeno komfortnější editační okno vlastních textů úloh a provedeny další drobnější úpravy. Tyto změny jsou ale běžnému uživateli skryty.

Větší změnou, kterou mohou zaznamenat i čtenáři, je přechod na nový způsob zobrazování vzorců. Toto zobrazování umožňuje kromě lepšího vzhledu i tvorbu interaktivních odkazů na číslované vzorce. Interaktivní odkazy na vzorce, stejně jako odkazy na jednotlivé sekce v úlohách, jsou další novinkou v uživatelském rozhraní sbírky.

Středoškolští učitelé by mohli ocenit přehledy úloh v předmětech molekulová fyzika a termodynamika a elektřina a magnetismus, které chceme v krátké době zveřejnit. Přehledy jsou vytvářeny v návaznosti na používané učebnice. K jednotlivým kapitolám v učebnicích jsou přiřazeny úlohy, které lze při probírání dané látky zařadit do výuky, a je zde uveden krátký komentář týkající se obtížnosti či obsahu dané úlohy. Tyto přehledy by měly umožnit učitelům lepší orientaci ve stále se zvyšujícím počtu úloh ve sbírce.

### Názory na sbírku

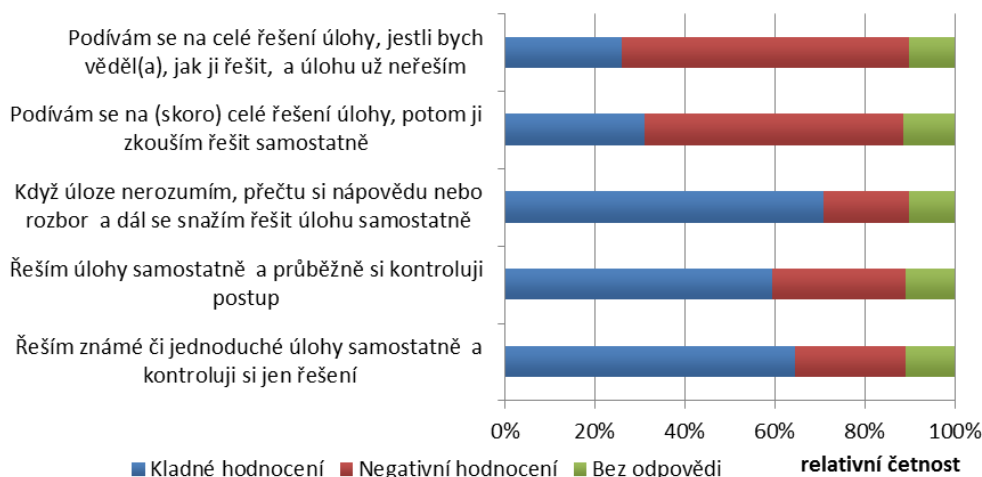
Průběžně monitorujeme názory uživatelů na sbírku a využití sbírky. K datu 10. 4. 2013 bylo vyplněno a zpracováno 158 dotazníků. Při interpretaci dat je třeba brát v úvahu, že dotazník nebyl zadáván reprezentativnímu vzorku, vyplňovali jej čtenáři, kteří se sbírkou pracovali a měli o vyplnění dotazníku zájem. Z výsledků dotazníků vyplývá, že uživateli sbírky jsou zejména studenti vysokých škol, žáci středních škol a učitelé.



Graf 1: Intenzita využívání sbírky čtenáři (pozn. respondenti mohou označit více než jednu odpověď zároveň)

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

Sbírka je podle očekávání uživateli využívána příležitostně. Potěšitelné je, že vzrůstá počet těch, kteří se ke sbírce vrací. Z grafu 1 je vidět, že 49 % respondentů uvedlo, že sbírku využívají ke studiu pravidelně (položky 4 a 5). Optimisticky působí i přístup k řešení úloh, který uživatelé preferují. Nahlédnutím do grafu 2 lze zjistit, jakým způsobem čtenáři využívali možnost „rozklikávání“ jednotlivých částí řešení. Při řešení úloh jsou hojně využívány oddíly nápověda a rozbor, což jsou části, které se obvykle u řešených úloh v učebnicích či sbírkách neobjevují.



Graf 2: Způsob řešení úloh ve sbírce

Sbírka je čtenáři kladně hodnocena, a to nejen v rámci dotazníku, ale i v osobních sděleních a emailových ohlasech. Velmi nás těší také zájem zahraničních uživatelů (např. z Filipín či Kanady). Z výsledku průzkumu vyplývá, že sbírka nachází uplatnění jak při výuce na školách, tak při samostudiu doma. Je zřejmé, že vytváření sbírky a vkládání nových úloh hodnotí čtenáři jako užitečnou a prospěšnou práci.

### Budoucnost sbírky

Do budoucna plánujeme rozšíření sbírky o úlohy z lineární algebry. Průběžně také doplňujeme úlohy do všech stávajících kapitol. Úlohy ve sbírce jsou navíc propojovány s multi-mediální encyklopedií, která je dostupná na adrese <http://fyzika.jreichl.com/index.php>. Nadále budeme sledovat, jak studenti sbírku využívají, i jejich názory na její použitelnost a přínos. To nám umožní sbírku v budoucnosti lépe uzpůsobovat požadavkům uživatelů.

Máme zájem o navázání užší spolupráce se středoškolskými pedagogy, kteří mohou přinést cenné náměty na uzpůsobení sbírky praxi, při recenzování úloh by mohli přispět svými zkušenostmi k vylepšení textů jednotlivých úloh a také mohou poskytnout vhodné úlohy, které jsou pro studenty problematické.

Novou funkcí, kterou chceme ve sbírce spustit, je tvorba pracovních listů či zadání písemných prací sestavených z úloh ze sbírky. Bude určena zejména učitelům, kteří si budou moci při tvorbě pracovního listu vybrat některé jeho parametry, např. zda vůbec a na kterém místě budou uvedeny výsledky úloh, zda u úloh budou napsány i potřebné tabulkové hodnoty či zda budou na pracovním listu i vybrané nápovědy.

### Závěr

Elektronickou sbírku řešených úloh chceme i nadále rozšiřovat a zdokonalovat. Věříme, že je a i dále zůstane dobrým pomocníkem jak studentům, tak jejich učitelům.

Sbírka je dostupná na adrese <http://fyzikalniulohy.cz>, její anglická verze pak na adrese <http://physicstasks.eu>, na katedrálním serveru KDF široké veřejnosti. Náměty na další úlohy a připomínky k současnému stavu sbírky je možné zasílat na adresu: [sbirka@kdf.mff.cuni.cz](mailto:sbirka@kdf.mff.cuni.cz).

*Prezentovaný příspěvek byl podpořen v rámci řešení projektu GAUK, číslo 374711. Autoři děkují středoškolským učitelům, kteří se ve svém vyučování podíleli na zadávání studentských dotazníků.*

### Kontaktní adresa

RNDr. Zdeňka Koupilová, Ph.D  
KDF MFF UK  
V Holešovičkách 2, 180 00, Praha 8  
Telefon: +420 221 912 429  
E-mail: [Zdenka.Koupilova@mff.cuni.cz](mailto:Zdenka.Koupilova@mff.cuni.cz)

### Kontaktní adresa

RNDr. Dana Mandíková, CSc.  
KDF MFF UK  
V Holešovičkách 2, 180 00, Praha 8  
Telefon: +420 221 912 413  
E-mail: [Dana.Mandikova@mff.cuni.cz](mailto:Dana.Mandikova@mff.cuni.cz)

### Kontaktní adresa

Mgr. Marie Snětinová  
KDF MFF UK  
V Holešovičkách 2, 180 00, Praha 8  
Telefon: +420 221 912 430  
E-mail: [marie.snetinova@mff.cuni.cz](mailto:marie.snetinova@mff.cuni.cz)

### Uplatnění multimediálního experimentu ve výuce fyziky

Jan KREJČÍ, Josef TRNA

#### Abstrakt

Školní fyzikální experiment je nejzákladnější prostředek výuky fyziky. Příspěvek přináší návrh dílčího podpůrného řešení ve formě multimediálního fyzikálního experimentu. Bude provedeno jeho srovnání s klasickým experimentem a představen nově vytvářený portál, obsahující multimediálně zpracované fyzikální experimenty. Budou prezentovány i postupy vhodné pro využití multimediálního experimentu ve výuce fyziky na základní a střední škole.

### Multimedia Experiment and Its Application in Teaching Physics

#### Abstract

School physical experiment is the most basic tool of teaching physics. The paper presents a proposal supporting partial solutions in the form of physical multimedia experiment. Its comparison will be made with a classic experiment and introduced the newly created portal, containing multimedia processed physics experiments, created on the Department of Physics, Faculty of Education, Masaryk University, Brno. Will be presented and procedures appropriate for the use of multimedia experiment in physics teaching at lower and upper secondary schools.

#### Úvod

Společenský vývoj přinesl výrazný pokles zájmu mladé generace o fyzikální (přírodovědné) vzdělávání, které se proto v posledních desetiletích snaží o inovace. Hlavních příčin potřeby vytvářet inovace je několik. Jednou z nich je obrovský nárůst nových poznatků, které již není možné předávat žákům a studentům v komplexní podobě vyučovacího předmětu fyziky jako „malé vědy“. Relativně novým a velmi významným důvodem je skutečnost, že se mladí lidé zcela prioritně zajímají o smysluplnost svého vzdělávání a zejména o jeho přínos pro aktuální osobní prospěch a úspěšný budoucí život. Navíc postmodernistické pojetí současnosti vede k odmítání racionálního pojetí poznání, které je fyzice a celé přírodovědě zcela vlastní. K těmto hlavním faktorům je třeba přiřadit překotný technologický vývoj, zejména v oblasti informačních a komunikačních technologií (dále jen ICT).

#### Net generace a konektivismus

Velmi rychlý rozvoj ICT významně ovlivňuje sociální chování zejména mladé generace. Stále nedoceňovaným faktorem, který výrazně ovlivňuje přírodovědné vzdělávání je radikální změna poznávání světa současnými žáky a studenty (dále jen žáky). Hovoříme o nové žakovské generaci „Net generation“. D. Oblinger & J. Oblinger [6] popisují významné rysy Net generace, které ovlivňují její vzdělávání a mění její styl učení. Mezi nejdůležitější vlastnosti, které ovlivňují vzdělávací proces patří:

- Využívání ICT je pro Net generaci samozřejmou součástí každodenního života.
- Net generace používá ICT, jakož i další zařízení, intuitivně bez návodu k obsluze.
- U Net generace výrazně převažuje vizuální gramotnost nad čtenářskou.
- Net generace vykonává více činností najednou a dává přednost rychlosti před přesností.
- Net generace dává přednost praktickým činnostem před studiem teorie.
- Net generace preferuje při učení a praktických činnostech práci v týmech.
- Příslušníci Net generace mají potřebu být neustále propojeni prostřednictvím různých ICT, proto je pro ně zcela přirozený systém sdílení informací.

Vzdělávací systém musí na tyto skutečnosti reagovat. Jednou z reakcí je teorie konektivismu G. Siemens [8], která přináší řadu revolučních zásad do vzdělávání. Učitelé by si měli při přípravě a realizaci výuky tyto vlastnosti dnešních žáků, příslušníků Net generace, uvědomovat a měli by na ně reagovat. Využití počítačů, dataprojektorů, interaktivních tabulí, Internetu, multimediálních prezentací a dalších ICT prostředků může výrazně ovlivnit vztah žáků k vyučování a následně tedy i zefektivnit výsledky vzdělávacího procesu ([4], [5]). Tak budou naplněny pozitivní inovační myšlenky konstruktivismu a konektivismu v praxi.

### Multimediální experimenty

Fyzikální vzdělávání má řadu významných výukových prostředků. Experiment je však zcela základním fyzikálním (přírodovědným) vzdělávacím nástrojem a základem řady výukových metod a technik. Bylo by však naivní předpokládat, že současná Net generace žáků bude na experimenty ve výuce reagovat stejně jako generace dřívější. Je třeba hledat a vyvíjet inovované vzdělávací metody založené na experimentech s využitím ICT. Je nutné vytvářet multimediálně upravené experimenty a jejich výukové aplikace, které je třeba předávat učitelům v pregraduálním studiu i v rámci dalšího profesního vzdělávání.

Školní experimenty musí být organicky zasazeny do výuky. Aplikace školních experimentů má tři integrální komponenty [2]:

1. vědecká složka – popis a vysvětlení podstaty jevu, který experiment obsahuje;
2. technická složka – úspěšné a přesvědčivé provedení experimentu s využitím vhodných pomůcek;
3. didaktická složka – vhodná modifikace a účinné zařazení experimentu do didaktické struktury výuky.

Ve školské praxi, ale i v přípravě učitelů, je často opomíjená, a tedy nedostatečná třetí komponenta. Druhou chybou je nepropojení těchto komponent do systémového celku.

Při vytváření multimediálních experimentů jsme se snažili tyto chyby odstranit. Cílem naší práce, kterou prezentujeme v této studii je vytvoření podpory multimediálních experimentů ve webovém prostředí. Tato podpora má za cíl šířit multimediálně zpracované experimenty, které budou integrovat všechny tři výše uvedené složky školního experimentu. Při této naší vývojové činnosti jsme jako základní výzkumnou metodu použili konstrukční výzkum (design-based research) [3], [7].

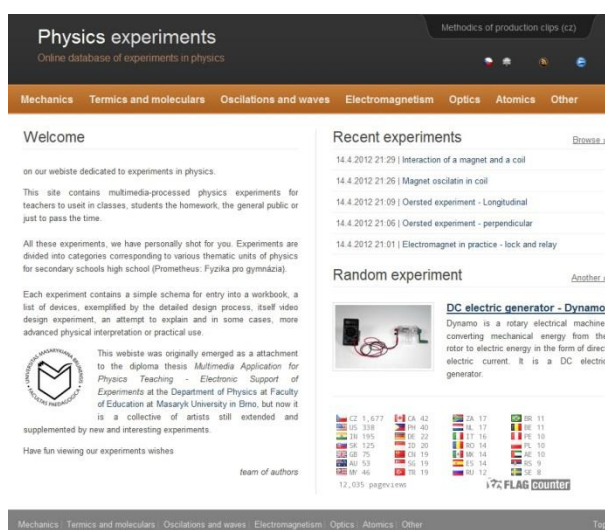
Samozřejmostí dneška je využití počítače a Internetu v každodenním životě, a tedy i při vzdělávání. Žáci přijímají informace v multimediální podobě s významným prvkem, kterým je interaktivita. Nespokojují se proto s pasivní rolí ve výuce, mají potřebu se do ní aktivně

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

zapojit. Školní experiment musí tuto tendenci akceptovat. Proto je třeba inovovat aplikaci experimentů v jejich multimediální podobě. Nelze popřít, že reálný experiment, jehož aktivním činitelem je žák, má maximální účinnost. Přesto je řada situací, kdy multimediálně zpracovaný experiment téměř plně nahrazuje experiment reálný (nebezpečné, dlouhotrvající, složité) nebo jej vhodně doplňuje. Multimediální experiment může výrazně napomoci učiteli i jako instruktáž.

### Webový portál experimentů

Multimediálně zpracovaný experiment by se měl dostat k žákům a učitelům. Nejsnadnější cesta je využít Internet jako nejefektivnější ICT prostředí. Samozřejmostí je řada komplikací, se kterými se můžeme setkat. Patří sem jazyková bariéra, přístup na Internet, softwarové vybavení atd. tyto problémy jsou však řešitelné a s vývojem ICT bude jejich význam klesat.



Obr. 3: Titulní strana portálu experimentů

Základní myšlenkou našeho webového portálu experimentů[1] je, že bude obsahovat velké množství multimediálně zpracovaných experimentů na jednom místě, veřejně přístupném pro širokou veřejnost. Je určena k vzdělávání budoucích učitelů, učitelům v praxi, žákům k domácí přípravě a také široké veřejnosti. Své uplatnění určitě najde i v různých zájmových či kroužcích.

Portál přináší inovativní prvek komplexnosti: videozáznam experimentu, seznam pomůcek, schéma experimentu vhodné pro zápis do sešitu, vysvětlení daného jevu, obrazový postup provedení experimentu, zařazení podle učiva, typu experimentu, případnou učební úlohu a doplňující otázky. Experimenty jsou pro přehlednost rozříděny do kategorií, odpovídajících jednotlivým tematickým celkům učiva fyziky. V současnosti je k dispozici první sada experimentů.

### Multimediální experimenty ve výuce

Velkou výhodou multimediálního fyzikálního experimentu ve výuce je možnost zásahu do jeho průběhu, což umožňuje nejen určit tempo výuky či počet opakování dle individuálních vzdělávacích potřeb žáka, ale i volbu postupů či času výuky. Multimedia díky názornosti a oblíbenosti umožňují efektivnější dosažení cíle výuky, ale i zkrácení celkové délky výuky. Je vhodné kombinovat aplikaci video nahrávek s reálnými experimenty či jinou vlastní

aktivitou žáka. Důležitým úkolem multimediálního fyzikálního experimentu je především rozvíjet žákovu aktivitu, samostatnost a tvořivost. Nasazení multimediálního fyzikálního experimentu do výuky by mělo žáky aktivizovat, nesmí jen pasivně vnímat. Vhodná aplikace multimediálního fyzikálního experimentu ve výuce fyziky může zvýšit oblíbenost předmětu a zefektivnit vyučovací proces žáka.

Multimediální experimenty z WSE lze použít ve všech fázích výuky. U každého experimentu jsou uvedeny jednotlivé fáze výuky vhodné pro jeho zařazení. V jednotlivých fázích lze využít experiment:

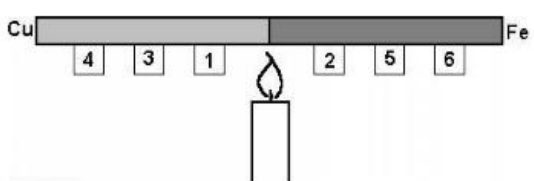
- motivace – paradoxní či překvapivé experimenty
- expozice – experiment v kombinaci s vlastním bádáním, simulací či animací
- fixace – detailně rozpracovaný či zpomalený experiment
- aplikace – alternativa experimentu demonstrující určitý fyzikální jev v praxi, řešení problémů a projektů
- diagnostika – experiment přehrávaný bez zvuku doprovázený žákovým komentářem; experiment v určité části pozastavený a žákem vyslovený závěr

WSE umožňuje stažení videa v plné kvalitě, je tedy možné mít experimenty uložené na vlastním datovém nosiči a prezentovat i při výuce bez připojení k Internetu.

### Ukázka multimediálního experimentu


Schéma experimentu

Autem schématu je Mgr. Karel Stibor



Postup pokusu

Video experimentu



Fyzikální interpretace

Experiment poukazuje na různou tepelnou vodivost dvou různých kovů. Z provedení pokusu vyplývá, že měď je lepší tepelný vodič, než ocel.

Obr. 4: ukázka částí experimentu

Jako příklad představujeme multimediální experiment z WSE „Tepelná vodivost – dvě tyče z různých materiálů“ [9]. Tento experiment obsahuje všechny části výše zmíněné komplexnosti.

### Závěr

Důležitým nástrojem pro vyučování učitelů a učení se žáků je v dnešní době databáze multimediálně zpracovaných fyzikálních (přírodovědných) experimentů. Samozřejmou nutností je, aby tyto experimenty byly vědecky správné, technicky dobře provedené a zejména připraveny po didaktické stránce k efektivnímu využití. Autorský tým musí být proto profesionální a měl by zahrnovat fyziky-vědce, didaktiky fyziky a zkušené učitele z praxe.

### Literatura

1. KREJČÍ J. *Online databáze experimentů z fyziky. Fyzikální experimenty*; 2010. <http://fyzikalni-experimenty.cz/> [22/04/2013]
2. TRNA J, NOVÁK P. The educational roles of video programs with experiments. In: *Multimedia in Physics Teaching and Learning*. Udine, Italy: University of Udine; 2009.
3. TRNA J. *Konstrukční výzkum (design-based research) v přírodovědných didaktikách*. Scientia in educatione, Praha, 2011, 2 (1), s. 3-14.
4. TRNOVÁ E. *Vliv informačních a komunikačních technologií na chemické vzdělávání*. Media4u Magazine 2011; 8(3), s. 112-115.
5. TRNA, J., TRNOVA, E. ICT-based collaborative action research in science education. In: *IMSCI'10. The 4th International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics. Proceedings*. Orlando: International Institute of Informatics and Systematics. Volume I. 2010. pp. 68-70.
6. OBLINGER D, OBLINGER J. *Educating the Net Generation*. 2005. EDUCAUSE. <http://www.educause.edu/educatingthenetgen/> [22/04/2013]
7. REEVES, T. C. Design research from the technology perspective. In: *Educational design research* (eds J. V. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, and N. Nieveen). 2006. pp. 86-109. Routledge, London.
8. SIEMENS, G. *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*. 2005. Elearnspace. 2011, from <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm> [22/04/2013]
9. KREJČÍ J. *Tepelná vodivost – dvě tyče z různých materiálů*; 2010. <http://fyzikalni-experimenty.cz/> [22/04/2013]

### Kontaktní adresa

Mgr. Jan Krejčí  
Institut pedagogického vývoje a inovací  
Pedagogická fakulta  
Masarykova univerzita  
Poříčí 7, Brno 603 00  
Telefon: +420 549 49 5284  
E-mail: jkrejci@ped.muni.cz

### Kontaktní adresa

doc. RNDr. Josef Trna, CSc.  
Institut pedagogického vývoje a inovací  
Pedagogická fakulta  
Masarykova univerzita  
Poříčí 7, Brno 603 00  
Telefon: +420 549 49 5284  
E-mail: trna@ped.muni.cz



### Biologie očima fyziky

Štěpánka Kubínová

#### Abstrakt

Biologie a konkrétně živé organismy nás fascinují dnes a denně. Setkáváme se s nimi téměř na každém kroku, ale často je necháváme bez povšimnutí či hlubšího zamyšlení. Příroda je však bohatým zdrojem inspirace pro tvorbu fyzikálních modelů využitelných pro výklad nejrůznějších fyzikálních dějů, tvorbu úloh či laboratorních cvičení. V příspěvku budou uvedeny některé konkrétní úlohy.

### Biology from physics point of view

#### Abstract

Biology and specifically living organisms fascinate us every day. We meet with them, wherever we go, but we often pass them unnoticed without thought. Nature is a rich source of inspiration for the creation of physical models usable for the explanation of various physical phenomena, creation of tasks or lab tasks. Some specific task will be given as example in this paper.

#### Úvod

V posledních letech se fyzice a obecně technickým předmětům dostává stále menšího zájmu ze strany žáků. Dokazuje to i řada průzkumů, podle kterých fyzika zaujímá na žebříčku oblíbených školních předmětů jednu z posledních příček. Za nejméně oblíbené části hodiny považují žáci výklad učitele a řešení úloh, podle mého názoru dvě nejdůležitější části pro správné pochopení a aplikaci fyziky. Proto se v tomto příspěvku, stejně jako v mé disertační práci, budu zabývat návrhem způsobů využití mezipředmětových vztahů mezi fyzikou a biologií. Jejichž výsledkem by měla být větší motivace žáků při výuce fyziky, předávání znalostí a informací poutavou formou a následné upevnění získaných vědomostí pomocí laboratorních prací.

Na základní škole je možné zapojení biologie, respektive přírodopisu do hodin fyziky především prostřednictvím slovních úloh či laboratorních cvičení. Pár těchto příkladů je uvedeno níže. Žáci si díky nim osvojí fyzikální vzorce a zároveň se dozví i mnoho zajímavosti, například o krokodýlech.

Propojení fyziky s biologií na střední škole lze do daleko větší míry, především díky obsahu probíraného učiva. V hodinách fyziky je tedy možné zabývat se například fyziologickými soustavami člověka. Níže je ukázka právě z oběhové soustavy. Vyučující fyziky musí nejprve žákům sdělit potřebné informace z biologie, pak může teprve následovat samotné řešení úlohy, jelikož člověk je v biologii probírán až ve vyšším ročníku. Nabízí se však díky tomu možnost, připomenutí fyzikálních zákonitostí v hodinách biologie. Proto na dále uvedené úlohy, můžeme také pohlížet, jako na to, co by měl učitel biologie znát z fyziky a ve

svých hodinách se snažit aplikovat. Přírodní vědy jsou vzájemně propojeny, fyzikální zákony popisují jevy v přírodě, tak proč je nepropojit i ve výuce.

### Tlaková síla a tlak na základní škole – ukázka konkrétních úloh

*Zadání úlohy:* Je lepší šlápnutí na nohu od slona či nosorožce?

*Charakteristika:*

#### Slon indický

- výška: 2–4 m
- hmotnost: 2–5 t
- plocha chodidla: průměr 40–50 cm, obvod 1,34 m
- zajímavost: došlapuje na prsty, zbytek chodidla působí jako polštář, ztráta pigmentu (barvy kůže) ve stáří

#### Nosorožec tuponosý

- výška: 1,5–1,8 m
- hmotnost: 1,8–3,6 t
- plocha chodidla: průměr zhruba 30 cm
- zajímavost: v zajetí mají nosorožci problém s bolestí nohou, právě kvůli špatnému rozložení tlakové síly při došlapu

*Předpoklady:*

Uvažujeme rovnoměrné rozložení hmotnosti na všechny končetiny.

*Výpočet:*

$$p_s = \frac{F_G}{S}$$

$$p_s = \frac{m \cdot g}{4 \cdot \pi \cdot r^2}$$

$$p_s = \frac{3000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}{4 \cdot \pi \cdot (0,2)^2 \text{ m}^2}$$

$$p_s = 59\,713 \text{ Pa} = \mathbf{59,7 \text{ kPa}}$$

$$p_n = \frac{F_G}{S}$$

$$p_n = \frac{m \cdot g}{4 \cdot \pi \cdot r^2}$$

$$p_n = \frac{2000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}{4 \cdot \pi \cdot (0,15)^2 \text{ m}^2}$$

$$p_n = 70\,771 \text{ Pa} = \mathbf{70,8 \text{ kPa}}$$

Tlak, kterým by působil slon jednou končetinou na podložku je 59,7 kPa. Zatímco nosorožec působí jednou končetinou na podložku tlakem o hodnotě 70,8 kPa. V tomto případě je tlak výrazně vyšší, než je tlak způsobený slonem.

O tom, že příroda dobře zná účinky tlakové síly a tlaku svědčí i další živočichové. Například los, který se díky velké ploše chodidel nezabořuje do sněhu, či Adax, který se podobně kvůli značné ploše kopyt neboří do písku.

### Ukázka laboratorní úlohy:

*Název:* Jako Krokodýl Dundee

*Zadání úlohy:*

Krokodýl nilský má obrovskou sílu stisku čelistí, bez problému dokáže vyvinout sílu kolem 16 000 N (čelisti člověka zhruba 600 N). Krokodýli jsou však schopni takto velkou sílu vyvinout pouze při zavírání tlamy. Svaly k otevírání čelisti jsou naopak extrémně slabé, k udržení zavřené čelisti krokodýla je potřeba 60 N. Dokáže člověk udržet sevřenou tlamu krokodýla pouhýma rukama, nebo dokonce i jen jednou rukou?

Vypočti velikost síly, jakou jsi schopen vyvinout oběma (jednou) rukou a příslušný tlak. Udržel bys i ty krokodýla?

*Pomůcky:* laboratorní váhy, milimetrový papír, tužka.

*Postup řešení:*

1. Přitiskni obě dlaně na laboratorní váhu.
2. Zatlač oběma rukama na váhu (nesmíš odlepit nohy od podložky, ani naklánět tělo nad váhu) a odečti hmotnost, kterou váha ukáže.
3. Pomocí takto získané hmotnosti vypočti tlakovou sílu.
4. Obkresli si levou i pravou ruku na milimetrový papír.
5. Nyní spočítej čtverečky milimetrového papíru uvnitř obrysu ruky a urči plošný obsah rukou. (1 čtvereček = 1 mm<sup>2</sup>)
6. Vypočítejte tlak, kterým by působili vaše ruce na tlamu krokodýla.

### Proudění tekutin na střední škole - rychlost proudění krve a objemový průtok

Krevní oběh představuje z hlediska hydrodynamiky uzavřený systém, tvořený třemi složkami: srdcem, cévami a krví, ve vzájemných dynamických vztazích.

Srdce jako hlavní motorický orgán systému je zdrojem mechanické energie. Cévy tvoří rozvodný systém, ve kterém proudí krev ve směru tlakového gradientu. Krev je pohyblivá nestlačitelná složka, jež je uváděna do pohybu činností srdce. [3]

### Vytvoření modelu a fyzikální popis proudění krve v aortě

Pro modelaci proudění krve v aortě využijeme dvou různých modelů. První model je vhodný pro střední školu, druhý model již pouze do semináře na střední škole, či pro užití na vysoké škole.

#### 1. model:

Představme si srdce jako pumpu, která při každém stlačení vypudí do oběhové soustavy – do aorty – zhruba 70 ml krve. Srdce pulzuje s frekvencí 72 tepů za minutu. Za předpokladu konstantního průtoku krve cévami můžeme z výše uvedených hodnot určit objemový průtok.

Při výpočtech považujeme kapalinu (krev) za ideální, to znamená, že je nestlačitelná a dokonale tekutá bez vnitřního tření. Vlastnosti stěn cév také zanedbáváme.

Objem vytlačené krve při jednom pulsu  $\Delta V = 70 \text{ ml} = 70 \text{ cm}^3 = 70 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Frekvence srdečních pulsů  $f = 72 \text{ min}^{-1} = 1,2 \text{ s}^{-1}$   
 Velikost průřezu aorty  $S = 5 \text{ cm}^2 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$$Q_V = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{72 \cdot 70 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} = 8,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Objemový průtok krve má hodnotu  $8,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , je vhodné jej převést na lépe představitelné jednotky pro tuto úlohu, jimiž jsou litry za minutu. Objemový průtok je tedy zhruba  $5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ .

Pro výpočet objemového toku platí i jiný vztah, ze kterého můžeme snadno vypočítat rychlost proudění krve v aortě.

$$Q_V = \frac{\Delta V}{\Delta t} = S \frac{\Delta x}{\Delta t} = S \cdot v$$

$$v_{aorty} = \frac{Q_V}{S}$$

$$v_{aorty} = \frac{8,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}}{5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 0,168 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 17 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Rychlost proudění krve v aortě je  $17 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ . Reálné hodnoty rychlosti proudění krve v různých částech oběhového systému jsou [4]:

- aorta:  $v = 30 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$  (při námaze až  $240 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ )
- kapiláry:  $v = 0,5 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$
- žíly:  $v = 8 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$  (při námaze až  $60 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ )

Vypočtená hodnota rychlosti proudění krve v aortě je podstatně nižší, a to z důvodu představy konstantního toku krve. Kdybychom se omezili pouze na skutečnou dobu vypuzení krve z aorty, uvažovali bychom pulzní proudění krve, změnila by se jak hodnota objemového toku, tak hodnota rychlosti toku krve.

Ve skutečnosti vlastní vypuzení krve z levé srdeční komory při stahu srdce trvá pouze  $0,23 \text{ s}$ . Poté nastává uvolnění stahu a nové plnění srdečních komor krví.

Doba vypuzení krve z levé komory srdce  $t = 0,23 \text{ s}$

Objem vytlačené krve při jednom stlačení  $\Delta V = 70 \text{ ml} = 70 \text{ cm}^3 = 70 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

$$Q_V = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{70 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{0,23 \text{ s}}$$

$$Q_V = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q_V = S \cdot v$$

$$v'_{aorty} = \frac{Q_V}{S}$$

$$v'_{aorty} = \frac{3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}}{5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 0,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 60 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Zde je vypočtená hodnota  $60 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$  již mnohem blíže realitě.

### 2. model:

V kapalinách rozlišujeme proudění laminární a turbulentní. Pokud při proudění kapaliny malou rychlostí úzkou trubicí pozorujeme parabolické rozložení rychlostí, hovoříme o lami-

nárním proudění. Proudnice probíhají rovnoběžně a tekutina se nepromíchává. Parabolické rozložení rychlostí je dáno ulpěním vrstvy tekutiny na stěnách, vlivem vnitřního tření v kapalině se pak navzájem zdržují její jednotlivé vrstvy.

Při tečení se částice tekutiny vzájemně po sobě posouvají. Posouvají-li se částice snáze, tekutina má větší tekutost. Různá tekutost je důsledkem různé velikosti odporových sil mezi pohybujícími se částicemi tekutin. Tento jev se nazývá vnitřní tření kapaliny neboli viskozita. Odporové síly představují vnitřní tření kapaliny. [5]

Proudění kapaliny mezi dvěma místy je možné, jestliže je mezi nimi tlakový rozdíl. Tlak v tepnách se příliš nemění. V oblasti tepének vymizí pulsace. Odvození vztahů pro druhý model je podle [5].

Uvažujeme příslušný úsek aorty o délce  $\Delta l$  a poloměru  $r$ , navazující na levou srdeční komoru. Na plochu levé strany o velikosti  $S = \pi \cdot r^2$  příslušného úseku aorty působí tlaková síla levé srdeční komory, na stejně velké plochu pravé strany naopak tlaková síla břišní aorty (viz náčrt 1). Síly můžeme zapsat vztahem:

$$F_1 = \pi \cdot y^2 \cdot p_1'$$

$$F_2 = \pi \cdot y^2 \cdot p_2'$$

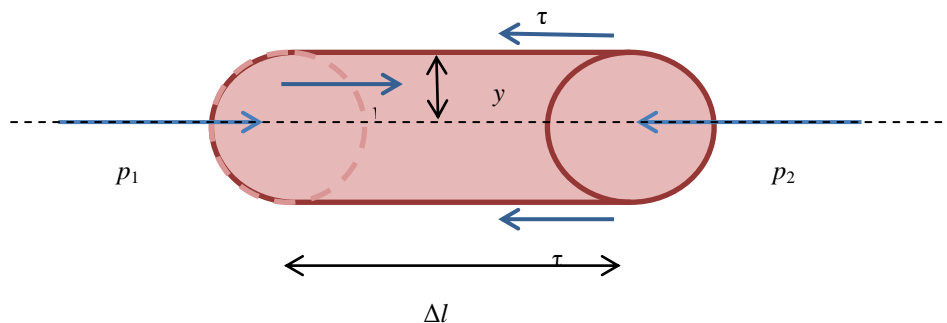
Ve vztazích používáme  $y$  pro označení vzdálenosti od osy aorty. Při stěně aorty je  $y = r$ .

Výsledná tlaková síla je dána rozdílem síly  $F_1$  a  $F_2$ . Proti pohybu proudící krve působí síla tření daná vztahem:

$$F' = 2\pi \cdot y \cdot \Delta l \cdot \tau,$$

kde  $\tau$  je tečné napětí způsobené vnitřním třením. Zapišeme jej ve tvaru:

$$\tau = -\eta \cdot \frac{dv}{dy}.$$



Náčrt 1 – Působení sil při ustáleném proudění krve v aortě (upraveno podle Horák, Krupka 1976)

Záporné znaménko vyjadřuje skutečnost, že s rostoucí vzdáleností  $y$  od osy aorty rychlost kapaliny klesá. Označení  $\eta$  vyjadřuje dynamickou viskozitu kapaliny.

Při ustáleném proudění musí být síly  $F$  a  $F'$  v rovnováze, tedy:

$$F = F'$$

$$\pi \cdot y^2 \cdot \Delta p' = -2\pi \cdot y \cdot \Delta l \cdot \eta \cdot \frac{dv}{dy}$$

$$dv = -\frac{1}{2\eta} \cdot \frac{\Delta p'}{\Delta l} y \cdot dy.$$

Integrací dostaneme pro rychlost vztah:

$$v = -\frac{1}{4\eta} \cdot \frac{\Delta p'}{\Delta l} \cdot y^2 + k,$$

kde konstanta  $k$  je určena podmínkou, že na vnitřní stěně trubice je rychlost nulová ( $y = r$ ,  $v = 0$ ). Rozložení rychlostí v průřezu aorty je pak dáno vzorcem:

$$v = \frac{1}{4\eta} \cdot \frac{\Delta p'}{\Delta l} \cdot (r^2 - y^2).$$

Z rovnice je jasné, že rozložení vektorů rychlostí v průřezu aorty má tvar paraboly.

Nyní můžeme určit vztah pro objemový tok  $Q_v$  v aortě. Plochou mezikruží o poloměru  $y$  a šířce  $dy$  proteče za jednotku času objem krve:

$$dQ_v = 2\pi \cdot y \cdot dy \cdot v$$

$$dQ_v = 2\pi \cdot y \cdot dy \cdot \frac{1}{4\eta} \cdot \frac{\Delta p'}{\Delta l} (r^2 - y^2)$$

$$dQ_v = \frac{\pi}{2\eta} \cdot \frac{\Delta p'}{\Delta l} (r^2 - y^2) y \cdot dy$$

$$Q_v = \frac{\pi}{2\eta} \cdot \frac{\Delta p'}{\Delta l} \int_0^r (r^2 - y^2) y \cdot dy$$

$$Q_v = \frac{\pi \cdot r^4}{8\eta} \cdot \frac{\Delta p'}{\Delta l}$$

Objemový tok  $Q_v$  můžeme také vyjádřit ve tvaru  $Q_v = S \cdot u$ , kde  $u$  představuje průměrnou průtokovou rychlost, která je pro nás podstatná.

$$v = \frac{Q_v}{S}$$

$$v = \frac{\pi \cdot r^4}{8\eta} \cdot \frac{\Delta p'}{\Delta l} \cdot \frac{1}{\pi \cdot r^2}$$

$$v = \frac{r^2}{8\eta} \cdot \frac{\Delta p'}{\Delta l}$$

### Hodnoty jednotlivých veličin:

Poloměr aorty

$r = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$

Dynamická viskozita krve	$\eta = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
Tlak levé srdeční komory	$p_1 = 16,5 \text{ kPa} = 16 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
Tlak břišní aorty	$p_2 = 14,1 \text{ kPa} = 14,1 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
Délka příslušného úseku aorty	$l = 0,3 \text{ m}$

### Číselné dosazení:

$$v = \frac{r^2}{8\eta} \cdot \frac{\Delta p'}{\Delta l}$$
$$v = \frac{0,01^2 \text{ m}^2}{8 \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}} \cdot \frac{(16 - 13,9) \cdot 10^3 \text{ Pa}}{0,3 \text{ m}} = 3,57 \cdot 10^{-3} \cdot 7000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Vidíme, že výsledek se značně liší od reálné hodnoty a to v důsledku velké roztažnosti aorty, která částečně působí i jako značný rezervoár krve. Znamená to tedy, že objemový tok krve není ve všech částech aorty stejný.

### Závěr

Cílem tohoto příspěvku bylo ukázat možnosti propojení biologie a fyziky ve výuce na všech stupních vzdělávání, prostřednictvím několika vybraných úloh, které budou součástí plánové sbírky úloh z mechaniky a termiky, vypracované v rámci mé disertační práce. Je to pouze první krok, který by mohl vést k postupnému sloučení výuky přírodních věd, jež bych já osobně pokládala za velice přínosné.

### Literatura

1. Nejsilnější čelisti v říši zvířat má krokodýl. *National Geographic Česko* [online]. copyright 2009–2013 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.national-geographic.cz/detail/nejsilnejsi-celisti-v-risi-zvirat-ma-krokodyl-prekonal-i-tyranosaura-16479/>
2. KLIMEŠ, Radek. Krokodýl nilský. *WildAfrica.cz* [online]. [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.wildafrica.cz/cs/zvire/krokodyl-nilsky/>
3. HRAZDIRA, Ivo, et al. *Biofyzika : učebnice pro lékařské fakulty*. 2. přepracované vydání. Praha : AVICENUM, 1990. 318 s.
4. ŠIMEK, Josef. *Fyziologické hodnoty u člověka*. 2. doplněné vydání. Praha: AVICENUM, zdravotnické nakladatelství, 1986.
5. HORÁK, Zdenek; KRUPKA, František. *Fyzika : Příručka pro vysoké školy technického směru*. Svazek 1. Praha : SNTL, 1976. 424 s.

### Kontaktní adresa

Mgr. Štěpánka Kubínová  
Katedra fyziky, Pedagogická fakulta Univerzity Hradec Králové,  
náměstí Svobody 301, 500 02 Hradec Králové  
Telefon: +420 732 173 254  
E-mail: stepanka.kubinova@uhk.cz

### Laboratorní práce s moderními technologiemi

Radim Kusák

#### Abstrakt

Moderní technologie jako mobilní telefon a tablet jsou dnes běžnou pomůckou našich studentů. Bohužel je ale využívají ne příliš efektivně z pohledu výuky. V tomto příspěvku se blíže podíváme, jak využít některé zajímavé aplikace na telefonu a tabletu, a také na jejich využití při měření. Využívání těchto moderních technologií probíhalo v roce 2012 na Dvořákově gymnáziu a SOŠE v rámci projektu e-VIM.

### Physics Lab with Modern Technology

#### Abstract

Modern technology like a mobile phone and a tablet are nowadays a common equipment of our students. Unfortunately students don't use them in an effective ways in the point of view of education. In this paper it will be given a closer look to the selected apps on a phone and a tablet, which are useful in physics and also its usage in the lab activities. Usage of those modern technologies was done as a part of the e-VIM project at Dvorak's high school.

#### Motivace k fyzice s iPadem

Hlavním cílem laboratorní práce bylo ukázat studentům, že tablet (konkrétně iPad) není jen „plackou na hraní her“, ale může taktéž být pomůckou, která nás může leccemu naučit. V rámci laboratorních prací nazvaných Moderní technologie, byla „Fyzika s iPadem“ jednou z 9 laboratorních prací, ze kterých si mohli studenti vybrat (laboratorní práce „Fyzika s iPadem“ je dostupná na [1]).

Obdobně jsme o pár hodin později zkoumali se studenty aplikace pro mobilní telefon a následně jsme využívali mobilní telefon k určení povrchového napětí vody (viz [2]). V neposlední řadě nás čeká také použití mobilního telefonu v rámci laboratorní práce zkoumající exponenciální pokles ve fyzice, které jsme již prováděli s loňskými studenty (dostupné na [3]).

#### Čtyři různé přístupy k tabletu a telefonu při laboratorní práci

Použití mobilních telefonů a tabletů můžeme rozdělit na čtyři hlavní kategorie.

- Použití interních sond
  - Gyroskop
  - Akcelerometr ( $x, y, z$ )
  - Senzor magnetického pole
  - Teploměr (u baterky)
- Použití externích sond a zařízení
  - ProScope Mobile (pro iPad)



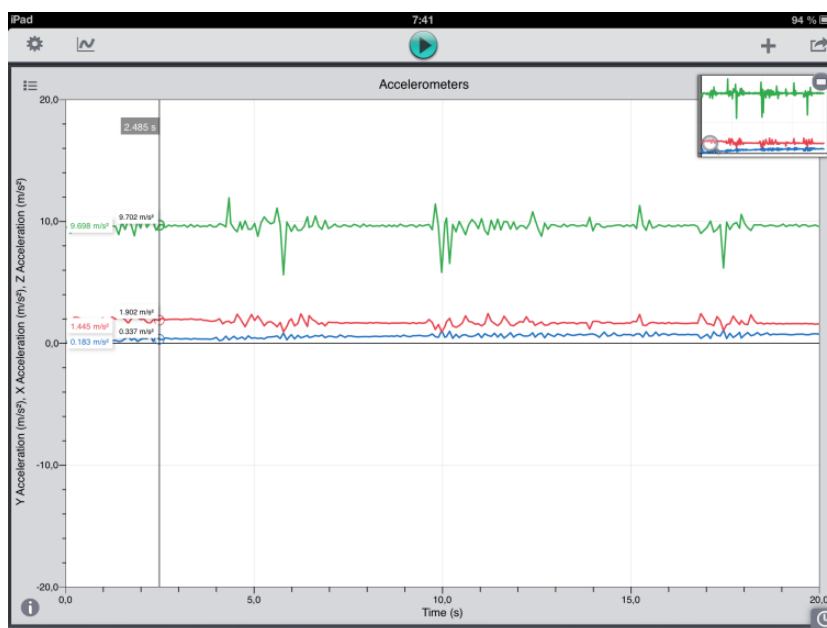
- LabQuest 2
- Teploměr do Jack přípojky
- Použití kamery a fotoaparátu
- Použití fyzikálních aplikací

Podívejme se nyní na jednotlivé body blíže.

### Použití interních sond

Zajímavou kapitolou v použití tabletů a mobilních telefonů je využití jejich interních sond. Tablet tyto interní sondy využívá například k automatickému otáčení displeje, z pohledu fyziky je ale již zajímavá samotná možnost měřit tyto fyzikální veličiny.

Aplikace, které nám dávají okamžité hodnoty těchto veličin, mohou být např. AccelMeter a MagnetMeter. Mnohem zajímavější, je ale možnost tyto veličiny zaznamenávat v čase. To umožňuje například aplikace Graphical (viz obr. 1), čímž se stává tato aplikace např. zajímavou demonstrací seismografu.



Obr. 1: Demonstrace zemětřesení pomocí aplikace Graphical

To, co možná mnozí z vás netuší, tak mobilní zařízení mají v sobě zabudovaný taktěž i interní teploměr. Je ale velmi ovlivněn teplotou zařízení, tudíž je důležité si uvědomit, že neměří teplotu v okolí zařízení.

Za zmínku v této oblasti taktěž stojí aplikace Google Sky Map (dostupná pro Android), která umožňuje po nasměrování mobilního telefonu určit, jaké souhvězdí a hvězdy se na příslušné části oblohy nacházejí.

### Použití externích sond

Dalším skupinou použití je kategorie externích sond a zařízení. Zajímavým řešením je vzdálené vládání rozhraní LabQuest2 a s pomocí něj získávat měření (využívá se Wi-Fi).

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

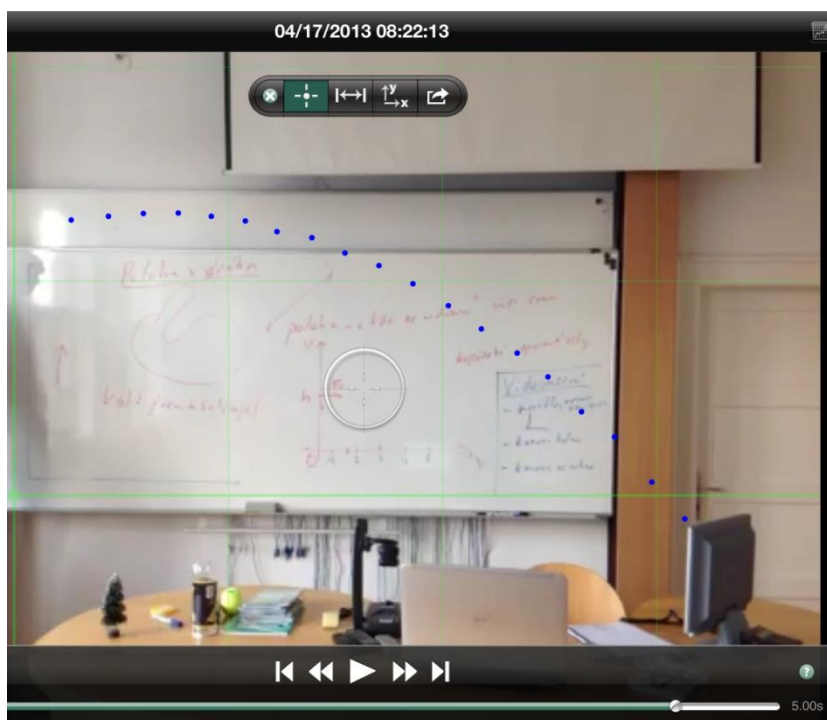
Obecně lze tabletem a mobilním telefonem ovládat libovolné zařízení pomocí Bluetooth – např. robot LEGO. Poslední možností je také využití zvukového konektoru Jack jak ukazuje třeba projekt Thermo [4].

### Použití kamery a fotoaparátu

Zajímavým použitím tabletu a případně i mobilního telefonu je využití jeho fotoaparátu. Zjednodušeně – známe-li charakteristický rozměr na obrázku, případně máme na obrázku měřítko, můžeme na fotografii měřit vzdálenosti. Samozřejmě je potřeba brát v potaz i další faktory jako perspektiva a zkosení obrazu. Jak již bylo zmíněno, využili jsme právě fotoaparát mobilního telefonu k určení povrchového napětí vody [2]. Jednoduše lze taktéž zkoumat malé objekty pouze zvětšením fotografie, jelikož fotografie z mobilních telefonů a tabletů jsou v relativně velkém rozlišení.

Na druhou stranu je možné využít záznam videa fotoaparátu. V jednodušší variantě pouze sledujeme, jak daný jev probíhal, případně s použitím aplikací jako Fast Camera, můžeme fyzikální děje sledovat zpomaleně.

Samotný blok si následně zaslouhuje pokročilejší využití záznamu – videoměření. Videoměření je možné provádět přímo v iPadu, pomocí aplikace Video Physics (viz obr. 2), případně následně v počítači za pomoci aplikací jako LoggerPro případně COACH a další. Jednoduchým označením bodů během pohybu, můžeme sledovat trajektorii a další veličiny pohybu.

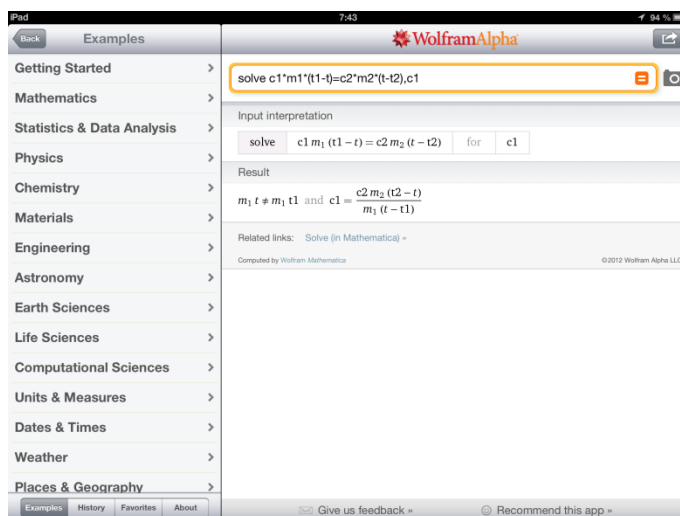


Obr. 2: Videoměření vodorovného vrhu na tabletu iPad

### Použití fyzikálních aplikací – Wolfram|Alpha

Samotnou kapitolu při použití aplikací si vyžaduje Wolfram|Alpha, jelikož svou výpočetní silou a množstvím informací se vyrovná přibližně všem ostatním aplikacím v tabletu

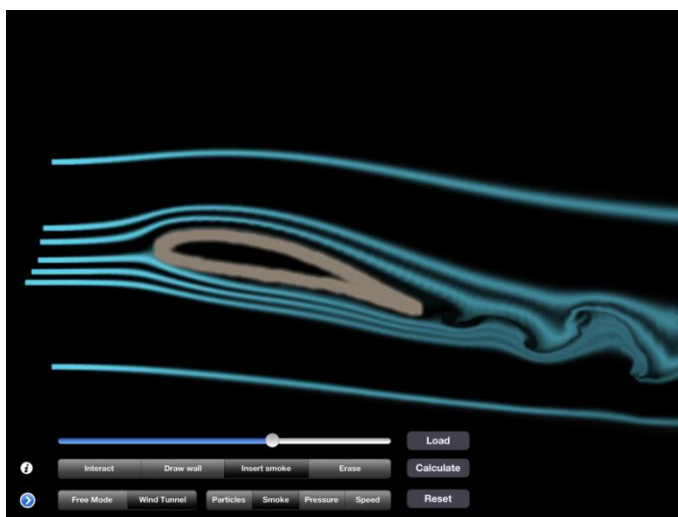
dohromady. V rámci laboratorní práce s názvem Wolfram|Alpha, jsme jej využili např. k výpočtu měrné tepelné kapacity z kalorimetrické rovnice (viz obr. 3). Pokud by čtenáře Wolfram|Alpha blíže zajímal, doporučuji se podívat na [5].



Obr. 3: Řešení kalorimetrické rovnice pomocí Wolfram|Alpha

### WindTunel

Další aplikací je WindTunel. Je to jednoduchá aplikace k demonstraci proudění a jeho vzniku v tekutinách (viz obr. 4) metodou konečných prvků. Hezky tato aplikace demonstruje jak samotnou tekutinu, ale také matematické modelování – periodické okrajové podmínky, případně lokální hodnoty tlaku a rychlosti.



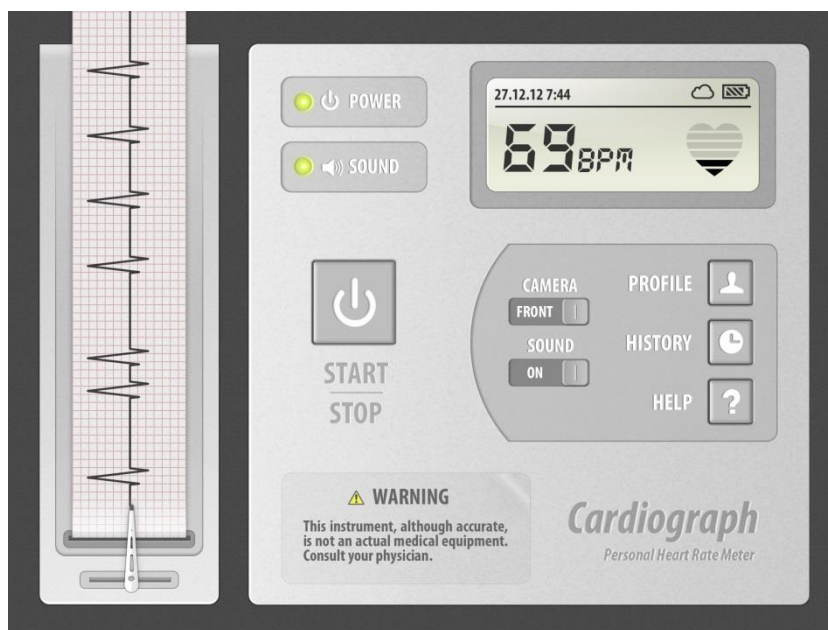
Obr. 4: Obtékání křídla v aplikaci WindTunel

### Cardiograph

Zajímavou aplikací propojující fyziku s biologií je aplikace Cardiograph (viz obr. 5). Podobných aplikací je pro mobilní zařízení nespočet, uveďme zde ještě např. Instant Heart Beat dostupný pro Android. Z pohledu fyziky je zajímavý způsob měření, který je založený na měření průsvitu konečku prstu. A to buď pomocí diody u fotoaparátu mobilu, případně pouze po-

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

mocí okolního světla (u iPadu). Zajímavostí je taktéž, že tyto měření jsou téměř ve shodě (liší se cca o jednotku úderů za minutu) s přesnějším měřením EKG – toto porovnání prováděla naše studentka Katka Dalecká v rámci přípravy vlastní laboratorní práce na téma EKG.



Obr. 5: Určení srdečního tepu pomocí aplikace Cardiograph

### Další zajímavé fyzikální aplikace (nejen) pro iPad

Je samozřejmě řada fyzikálních a s fyzikou souvisejících aplikací nejen pro iPad. Níže uvádíme seznam, který měli naši studenti k dispozici při laboratorní práci.

- The Elements – interaktivní periodická tabulka prvků
- Tone Gen. – aplikace na generování zvuků s danou frekvencí
- Solar Walk – procházka sluneční soustavou, ve stylu programu Celestia
- Particles – jednoduchá aplikace umožňující demonstrovat ideální plyn za pomoci částic
- Algodoo – 2D simulační aplikace
- Wolfram Physics I – aplikace umožňující řešit jednoduché problémy mechaniky, využívající Wolfram|Alpha (jedna z aplikací typu „dosad’ do vzorečku“)
- Wolfram Physics II – obdobná aplikace jako Wolfram Physics I, tentokrát na témata jako elektřina a magnetismus, kmitání a vlnění a další.
- Measure – jednoduchá aplikace umožňující měřit úhly a vzdálenosti pomocí iPadu (na displeji se zobrazí pravítko, případně úhloměr)
- MyScript Calculator – jednoduchá aplikace umožňující zadávat jednoduché číselné výrazy pouhým napsáním prstem nebo perem

Dalšími zajímavými aplikacemi, které byly velkou inspirací pro studenty, byly aplikace TED a Khan Academy. Aplikace TED „pouze“ zpřístupňuje poutavá videa z různých oblastí lidského poznání, ale vždy se jedná o video, které velkou řadu lidí a studentů dokáže inspirovat (dostupné i na [6]).

Dalším zajímavým fenoménem dnešní doby je Khan Academy. Jedná se o typickou ukázkou, jak se dají využít moderní technologie novým způsobem (dostupné i na [7]).

Poslední perličkou pro studenty byla možnost popovídat si se Siri. Rozhodně se jednalo o velmi zajímavou zkušenost, ze které byli studenti velmi nadšeni.

### Sdílení materiálů a Google formuláře

To, co se nám velmi osvědčilo nejen v rámci laboratorních prací, je sdílení materiálů pomocí služby Dropbox. Konkrétně mají jednotlivé třídy dostupné své velké písemné práce, pokusy z hodin a laboratorní práce. Na druhou stranu se Google Drive a v něm nástroj Formuláře se ukázal jako zajímavý prostředek k získávání zpětné vazby od studentů na laboratorní práce.

### Pokročilejší použití tabletů

Samozřejmě zajímavější z pohledu vzdělávání je nasazení tabletů jakožto integrované součásti výuky fyziky. Jelikož řada studentů naší školy má už vlastní tablet případně smartphone, rozhodli jsme se udělat na naší škole projekt e-VIK využívající při výuce tablety (a notebooky).

Je potřeba si uvědomit, že z hlediska práce tablet není notebook, nebo PC. Je to spíše nástroj k rychlým řešením – krátká odpověď na e-mail, rychlá poznámka, rychlý přehled v kalendáři. Taktéž lze tablet využít k přípravě materiálů – krátkého videa z výuky, pořízení fotografie, jednoduchého reportu, ale rozhodně to není nástroj k tvorbě velmi obsáhlých dokumentů s pokročilým formátováním.

To, co dělá tablet velmi efektivním nástrojem ve výuce, je možnost individualizace – student vlastním tempem poznává možnosti aplikací, případně volí rychlost svého studia. Taktéž je zajímavá možnost promítnutí obrazovky tabletu bezdrátově (u iPadu pomocí Apple TV), čímž student může celé třídě ukázat, na čem momentálně v hodině pracuje.

### Poděkování

Na tomto místě bychom chtěli poděkovat za možnost realizovat přírodovědný projekt e-VIM (výuka interaktivní moderní, CZ.1.07/1.1.06/03.0057) a aktuálně probíhající projekt e-VIK (výuka, individualizace, koučing, CZ 1.07/1.1.32/02.0132), probíhající na Dvořákově gymnáziu a Střední odborné škole ekonomické, Kralupy nad Vltavou. Tyto projekty jsou financovány Evropským sociálním fondem a rozpočtem České republiky. Materiály z projektu e-VIM jsou dostupné na stránkách [8].



Z velké části bylo těchto 9 laboratorních prací na téma Moderní technologie inspirováno náměty z konferencí Veletrh nápadů učitelů fyziky a konferencemi Heuréky v Náchodě. Velké poděkování patří valné většině členů Katedry didaktiky fyziky, MFF UK, za jejich podnětné nápady a postřehy.

### Literatura

1. Fyzika s iPadem, dostupné na World Wide Web: <http://app.evim.cfme.net/default.aspx?id=840> [citováno 2013-04-24]
2. Měření povrchového napětí vody pomocí kapky vody, dostupné na World Wide Web: <http://app.evim.cfme.net/default.aspx?id=675> [citováno 2013-04-22]
3. Exponenciální pokles ve fyzice, dostupné na World Wide Web: <http://app.evim.cfme.net/default.aspx?id=714> [citováno 2013-04-22]
4. Stránky projektu ThermoDo, dostupné na World Wide Web: <http://www.kickstarter.com/projects/robocat/thermodo-the-tiny-thermometer-for-mobile-devices> [citováno 2013-04-22]
5. Ukázky použití Wolfram|Alpha ve fyzice – dostupný z <http://www.wolframalpha.com/examples/Physics.html> [citováno 2013-04-21]
6. TED, dostupné na World Wide Web: <http://www.ted.com/> [citováno 2013-04-22]
7. Česká stránka Khan Academy, dostupné na World Wide Web: <http://khanovaskola.cz/> [citováno 2013-04-22]
8. Stránky projektu e-VIM, dostupné na World Wide Web: <http://evim.cfme.net/> [citováno 2013-04-22]

### Kontaktní adresa

Mgr. Radim Kusák  
Dvořákovo gymnázium a Střední odborná škola ekonomická  
Dvořákovo nám. 800  
278 01 Kralupy nad Vltavou  
Univerzita Karlova v Praze  
Matematicko-fyzikální fakulta  
Ústav teoretické fyziky  
V Holešovičkách 2  
180 00 Praha 8  
Telefon: +420 315617842  
E-mail: radim.kusak@gmail.com

### Jak ovlivňují specifické poruchy učení úspěšnost žáků při výuce fyziky na základní škole

Simona LEHRAUSOVÁ

#### Abstrakt

Ve školách všech typů se setkáváme s velkým množstvím dětí se specifickými poruchami učení. Těmto dětem je zapotřebí věnovat zvýšenou pozornost a přistupovat k nim individuálně nejen v českém a cizím jazyce, ale i v přírodovědném vzdělávání. Žáci trpící dyskalkulií často udělají chybu jak při počítání příkladů, tak i při převádění jednotek. Dyslektici zase nejčastěji chybují jak u slovních zadání příkladů, tak i otázek v testu. S těmito a mnoha jinými problémy je potřeba počítat.

### How specific learning disorders influences pupil's success in physics on primary school

#### Abstract

In all types of school we are meeting a large number of children with specific learning disorders. To those children higher attention and individual access are needed, both in czech language and natural science education. Pupils suffering from dyscalculia frequently fail both to solve examples and to convert the units. A dyslexic mostly fails in verbal assignments both in examples and test questions. Those and many other problems are needed to be expected by the teacher.

#### Specifické poruchy učení a jejich vznik

Na základních i středních školách se učitel často setká s žáky se specifickou poruchou učení, popřípadě kombinací několika poruch najednou. Jak k takovýmto dětem přistupovat? Budou zvládat tempo výuky, které učitel nastaví pro ostatní žáky? Pokud se budu neustále přizpůsobovat těmto žákům, nezačnou se ostatní děti v hodinách nudit, čímž by vznikl ve třídě ruch? Tyto a mnoho dalších otázek si klade snad každý začínající učitel, který ve třídě žáky se specifickými poruchami učení má.

Mnohem častěji než s pojmem specifické poruchy učení se v praxi setkáváme přímo s pojmy dyslexie, dysgrafie, dyskalkulie a tak podobně. Snad každý absolvent pedagogické fakulty zná a umí vysvětlit, co jednotlivé dysfunkce znamenají a jak se projevují.

Specifické poruchy učení můžeme definovat jako *souhrnné označení různorodé skupiny poruch, které se projevují zřetelnými obtížemi při nabývání a užívání takových dovedností, jako je mluvení, porozumění mluvené řeči, čtení, psaní, matematické usuzování nebo počítání. Tyto poruchy jsou vlastní postiženému jedinci a předpokládají dysfunkci centrálního nervového systému* (Matějček 1988, s. 25).

Příčinou vzniku specifické poruchy učení může podle výzkumu českého psychiatra O. Kučery být:

1. lehká mozková dysfunkce – 50 % případů
2. dědičnost – 20 % případů
3. kombinace lehké mozkové dysfunkce a dědičnosti – 15 % případů
4. nejasná příčina – zbývajících 15 % případů

### Druhy specifickým poruch učení

Specifické poruchy učení dělíme do několika charakteristických skupin:

1. *Dyslexie* – specifická porucha čtení. Dítě se nedokáže naučit číst běžnými způsoby výuky, má problémy s rozpoznáním jednotlivých písmen. Může nastat problém s rychlostí čtení, správností čtení, nebo porozuměním čtenému textu.
2. *Dysgrafie* – specifická porucha grafického projevu. Především problémy s celkovou úpravou psaného textu, řazení písmen, dítě zaměňuje tvarově podobná písmena, nad psaným projevem musí více přemýšlet, psaní je celkově pomalejší.
3. *Dysortografie* – specifická porucha pravopisu. Velmi často v kombinaci s dyslexií.
4. *Dyskalkulie* – specifická porucha matematických schopností. Dítě má problémy se zvládnutím základním matematických výkonů. Podle charakteristických příznaků dělíme dyskalkulii dále na:
  - a) *Praktognostickou dyskalkulii* – přidávání, ubírání množství, dítě nedospěje k pojmu číslo, nemá o něm představu, má problém s porovnáváním čísel.
  - b) *Verbální dyskalkulii* – potíže s označováním množství, nevyjmenuje řadu čísel pozpátku, řadu sudých čísel atp.
  - c) *Lexickou dyskalkulii* – neschopnost číst číslice, dítě zaměňuje tvarově podobné číslice, římské číslice.
  - d) *Grafickou dyskalkulii* – neschopnost zapisovat matematické znaky včetně číslic, dítě vynechává nuly, u vícemístných číslic zaměňuje pozice číslic.
  - e) *Operační dyskalkulii* – neschopnost provádět matematické operace, dítě často při počítání s čísly zaměňuje desítky a jednotky, počítá na prstech.
  - f) *Ideognostickou dyskalkulii* – porucha v chápání matematických pojmů a vztahů mezi nimi, nepřevéde zadání slovní úlohy do matematického zápisu.
5. *Dyspixnie* – specifická porucha kreslení. Dítě zachází neobratně s tužkou, má problémy graficky vyjádřit skutečnost, náčrtky mu nic neříkají, nedokáže převádět mezi dvojrozměrnou a trojrozměrnou představou.
6. *Dysmúzie* – specifická porucha hudebních dovedností. Dítě obtížně vnímá hudbu, nerozlišuje tóny, nepamatuje si melodie, rytmus.
7. *Dyspraxie* – specifická porucha obratnosti. Dítě je pomalejší než ostatní, nezručné.

### Specifické poruchy učení a individuální vzdělávací plán

Většina poruch učení je odhalena už na prvním stupni základní školy a na druhý stupeň přicházejí děti již s platným posudkem z pedagogicko-psychologické poradny. Tento „papír“ má ve většině případů platnost tak, aby dítě poradnu navštívilo opět při přechodu na druhý stupeň základní školy. Rodič tak je donucen s dítětem poradnu navštívit a ta vydá posudek



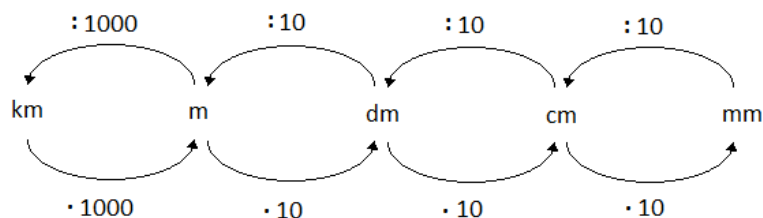
nový. Opět buď s platností omezenou, nebo s platností po celou dobu povinné školní docházky. V tomto posudku se také učitel dočte, zda má dítě nárok na individuální vzdělávací plán, či jaké kompenzační pomůcky může žák ve výuce využívat. Může to být například kalkulátor, ale i různé přehledy učiva atp.

Má-li žák nárok na vypracování individuálního vzdělávacího plánu, zodpovídá za jeho vypracování ředitel školy. Ten touto prací pověří vyučující jednotlivých předmětů, protože ti dané dítě učí a vědí, co dítě ve výuce bude potřebovat a co ne. Učitelé tedy dítěti vypracují IVP, které obsahuje informace o obsahu, rozsahu, průběhu a způsobu poskytování individuální péče a jejich zdůvodnění. Součástí je také případná potřeba dalšího pedagogického pracovníka podílejícího se na práci se žákem a rozsah této práce. Předcházíme tak tomu, že se po asistentovi žáka bude vyžadovat, aby za dítě dělal prakticky vše. Rovněž jsou v IVP vyjmenovány kompenzační pomůcky a didaktické materiály, které žák bude používat ve výuce a při konání zkoušek (písemné práce, ústní zkoušení). Po vypracování (nejpozději jeden měsíc po zjištění speciálních vzdělávacích potřeb) ředitel seznámí s individuálním vzdělávacím plánem žáka a jeho zákonného zástupce, který IVP stvrdí svým podpisem. Poradenské zařízení poté pravidelně kontroluje dodržování individuálního vzdělávacího plánu a poskytuje všem zúčastněným poradenskou pomoc.

### Kompenzační pomůcky – převody jednotek

S převáděním jednotek děti obvykle „bojují“ již v šesté třídě základní školy. Na prvním stupni se většinou převádění jednotek nevěnuje tolik času, kolik by tato látka zasloužila, a na druhém stupni už učitel často předpokládá, že děti umí převádět alespoň jednotky délky. Realita je ovšem jiná. Proto začínáme s převody jednotek znovu ve fyzice, kde je potřeba dětem ukázat, že se bez této dovednosti skutečně neobejde.

Učitelé zpravidla dětem předloží následující schéma:



Obr. 5: Klasické schéma převodů jednotek délky

Učitel už ale nepočítá s tím, že dítěti může dělat problémy násobení nebo dělení číslem 10, 100, ... Často se tak setkáme s tím, že dítě výpočty provádí pod sebe a zbytečně chybuje. Toto schéma je tedy možné nahradit následující tabulkou:

km			m	dm	cm	mm
0	0	0	0	0	0	0

Tab. 1: Pomůcka pro převody jednotek délky

S tabulkou pracujeme tak, že jednotky převáděného čísla končí pod původní jednotkou, rukou zakryjeme místa za jednotkou, na kterou převádíme, a přímo vidíme výsledek. Pro lepší představu uvedeme příklad. Máme převést 28,5 dm na mm. Do tabulky tedy zapisujeme číslo 28,5 tak, že jednotky, tzn. číslici 8, umístíme pod decimetry:

km			m	dm	cm	mm
0	0	0	2	8	5	0

Tab. 2: Převod decimetrů na milimetry

Zakryjeme tak, aby nám poslední zůstaly milimetry, a vidíme přímo výsledek:

$$28,5 \text{ dm} = 2\,850 \text{ mm}.$$

Tuto pomůcku v upravené podobě můžeme s úspěchem používat i u většiny ostatních jednotek. Pokud ovšem převádíme jednotky pomocí dělení či násobením jiným číslem, než násobky deseti, využít ji nelze.

### Kompenzační pomůcky – dosazení do vzorce

Mnohým dětem dělá problémy i dosazování do vzorce. Dětem není jasné, že  $a = 3$  znamená, že všude ve vzorci místo  $a$  píše číslici 3. Pro děti s poruchou učení se dá tedy postupovat sice pomaleji, ale zato mnohem účinněji.

Dítě si při řešení úlohy vytvoří oboustranné lístečky, kde na jedné straně je označení neznámé a na druhé straně lístečku je číselná hodnota této neznámé. Poté sestaví z lístečků vzorec a postupně obrátí. Před dítětem se tak přímo objeví číselný výraz, jehož hodnotu má určit.

### Tvorba písemných prací pro dyslektické děti

Dítě trpící dyslexií může při čtení zadání mít hned několik problémů. Prvním problémem je rychlost čtení. Obecně se dá říci, že dyslektické děti čtou pomaleji a proto potřebují na vypracování testu delší dobu. Druhým, mnohem větším problémem je neporozumění textu. Dítě tedy neví, na co má odpovídat, nebo co má vlastně řešit za úlohu. Nabízela by se možnost zkracování slovního zadání písemných prací. Učitel, který toto dělá, se ale vystavuje riziku, že dítě bude mít relativně dobré výsledky během povinné školní docházky, ovšem v testování žáků devátých tříd bude mít problém s porozuměním textu úloh a nedopadne příliš dobře.

Druhou možností je dát dyslektickým žákům stejné zadání jako ostatním dětem a trpělivě ho se žáky číst. Dítě před sebou má slovní zadání, učitel mu pomáhá s jeho přečtením a žák tak je donucen si neustále procvičovat a zdokonalovat svou dovednost čtení. Jak zjišťují, není slovní zadání pro žáky překážkou, pokud je učitel ochoten ho s nimi přečíst.

### Motivace – základ všeho

Pro všechny žáky, a pro ty se specifickou poruchou učení zvláště, je důležitá motivace k učení. Učitel by měl ve třídě vytvořit takovou atmosféru, ve které se žák nemusí bát přihlásit a požádat o opětovné vysvětlení problému. Pedagog by měl dbát na to, aby dítě bylo schopné vysvětlit, čemu nerozumí, a odnaučovat známou odpověď mnoha dětí „Nerozumím ničemu“.

Dítě se specifickou poruchou učení většinou k určitým předmětům přistupuje s tím, že mu to nepůjde, nebude ho to bavit, ... Povede-li se ale učiteli získat dítě pro daný předmět a především zaujmout, může očekávat, že se žák bude mít snahu se problematice věnovat a na svých problémech pracovat.

### Literatura

1. MATĚJČEK, Z. *Dyslexie*. 1.vyd. Praha: SPN, 1988. 215 s.
2. ZELINKOVÁ, O. *Poruchy učení*. 11.vyd. Praha: Portál, 2009. 263 s. ISBN 978-80-7367-514-1
3. Jak má vypadat individuální vzdělávací plán. *NUV.cz* [online]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/vzdelavani-v-cr/jak-ma-vypadat-individualni-vzdelavaci-plan?highlightWords=individu%C3%A1ln%C3%AD+vzd%C4%9B%C3%A1vac%C3%AD+pl%C3%A1n>

### Kontaktní adresa

Mgr. Simona Lehrausová  
Přírodovědecká fakulta UHK  
Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové  
Telefon: +420 773 643 063  
E-mail: simona.lehrausova@seznam.cz

### Badatelské úlohy nejen z optiky

Lenka LIČMANOVÁ, Libor KONÍČEK

#### Abstrakt

Fyzika je nezbytná pro rozvoj moderní civilizace. Bohužel se v současnosti u studentů setkáváme s velmi malým zájmem o fyziku a vůbec o vědu. V dnešní moderní výuce jsou bezesporu běžnou součástí informační a komunikační technologie. Výzkumy ukázaly, že žáci chtějí ve výuce využívat ICT a zároveň sami provádět pokusy. Zdá se tedy vhodné skloubit informační a komunikační technologie s pokusy žáků. Navíc se nabízí možnost aplikace badatelských úloh, které přispějí k rozvoji fantazie žáka, k lepšímu pochopení a zapamatování učiva.

### The inquiry-based teaching not only in optics

#### Abstract

Physics is very important for the development of modern civilization. Unfortunately, students have very little interest in physics and in science. Normal part of today's modern teaching is undoubtedly information and communication technologies. The research found that students want to use ICT in teaching and also want to attempt it yourself. It therefore seems appropriate to combine information and communication technologies with student's experiments. In addition, it offers the possibility of application the inquiry-based teaching to contribute to the development, of student imagination, to better understand and remembering the subject matter.)

#### Úvod

Badatelské úlohy neboli metody vědeckého poznání ve fyzice jsou metody, jimiž se fyzikové dopracovávají k faktům. [3, 6, 7] Mezi tyto metody patří idealizace objektů a procesů, formalizace, systémový přístup, které jsou dále složeny z různých postupů – analýza, syntéza, abstrakce a konkretizace. [2, 4, 5]

Výzkum Dvořáka [1], který probíhal na základních i středních školách po celé ČR a zúčastnilo se ho 4 234 žáků, ukázal důvody, proč se žáci učí fyziku. Nejsilnějším důvodem u žáků ZŠ i SŠ je to, že žáci chtějí mít dobré známky, popřípadě, že jejich rodiče chtějí, aby měli dobré známky. Třetím důvodem, který žáci ZŠ uvádějí, je touha vědět, jak věci fungují. A právě tento důvod má největší propad v porovnání se žáky SŠ. Zájem žáků o fyziku rapidně klesá a berou ji pouze jako předmět, který musí učit.

#### Metody

V současnosti se klade důraz na to, aby se ve výuce objevovaly i úlohy badatelské, které mají svůj velký a neocenitelný přínos. Protože to, co člověk sám objeví a prozkoumá, už nikdy nezapomene. Navíc samotné bádání je zajímavé a mělo by žáky upoutat a navnadit. V současnosti je velmi aktuálním tématem úspora energií a s tím spojený výběr zdrojů světla

do domácností. Při nákupu se můžeme setkat s různými popisy zdrojů světla, můžou zde být uvedeny jednotky lumen, kandela, lux nebo dokonce watt na  $m^2$ . Co nám tyto jednotky o zdroji světla říkají? Člověk je zmaten a nezná souvislosti mezi těmito jednotkami a netuší tak, který zdroj světla si má vybrat.

Míru rozvoje tvořivosti bude možné hodnotit na základě počtu hypotéz, které žáci vytvoří. Přírůstek vědomostí a dovedností bude určen vyhodnocením testu před výzkumem (pre-test) a testu po výzkumu (posttest). Přičemž se bude porovnávat přírůstek vědomostí ve skupině, která se učí klasickým způsobem, se skupinou, ve které se budou učit metodou badatelských úloh. Na tomto základě se pak stanoví přínos badatelský úloh. Před výzkumem proběhne mezi žáky také sociometrický dotazník a na základě něj budou žáci rozděleni do skupin, ve kterých budou po celou dobu pracovat.

Žáci i učitel dostanou pracovní listy. Úloha bude vytvořeno několik, např.:

*První úloha:* V každodenním životě se setkáváme s pojmem osvětlení. Od rodičů i učitelů slyšíme, že je důležité, abychom pracovali a četli při dostatečném osvětlení. Jaká je závislost osvětlení na vzdálenosti od zdroje? Navrhněte pokus, kterým ověříte své hypotézy. (učitel vysvětlí potřebné pojmy a učivo)

*Druhá úloha:* Co je to světlo? Čím je tvořeno bílé světlo? Jaké světlo vydává žárovka a jaké zářivka či LED dioda? Které z těchto zdrojů světla je podobné Slunci, a tudíž je zdravější? Naměřte spektrální vlastnosti různých zdrojů světla.

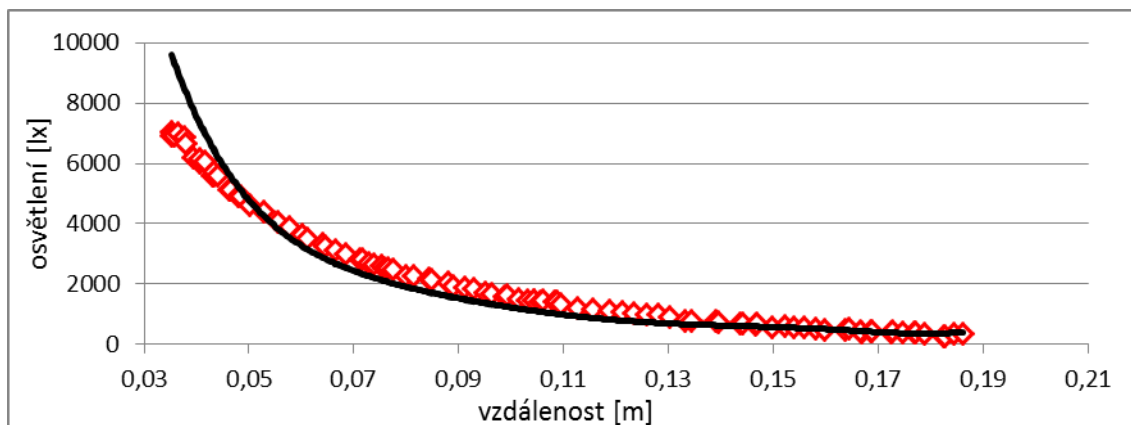
*Třetí úloha:* Liší se velikost osvětlení různých zdrojů světla, i když mají stejný příkon? Odhadněte, naměřte a porovnejte.

Všechny úlohy lze zadávat ve třech stupních obtížnosti. Nejnižší obtížnost vhodná pro běžné žáky v rámci laboratorních prací, kdy žáci budou mít přesné zadání, pomůcky a postup měření. Vyšší obtížnost lze zařadit do výuky jako rozvoj tvořivosti, žáci budou mít pouze zadaný problém a pomůcky, musí tedy na začátku stanovit svou hypotézu a postup měření. Nejvyšší stupeň obtížnosti vhodný zejména pro nadané žáky by měl pouze zadání problému. Žáci by museli stanovit hypotézu, zvolit si pomůcky a navrhnout postup měření.

### Výsledky

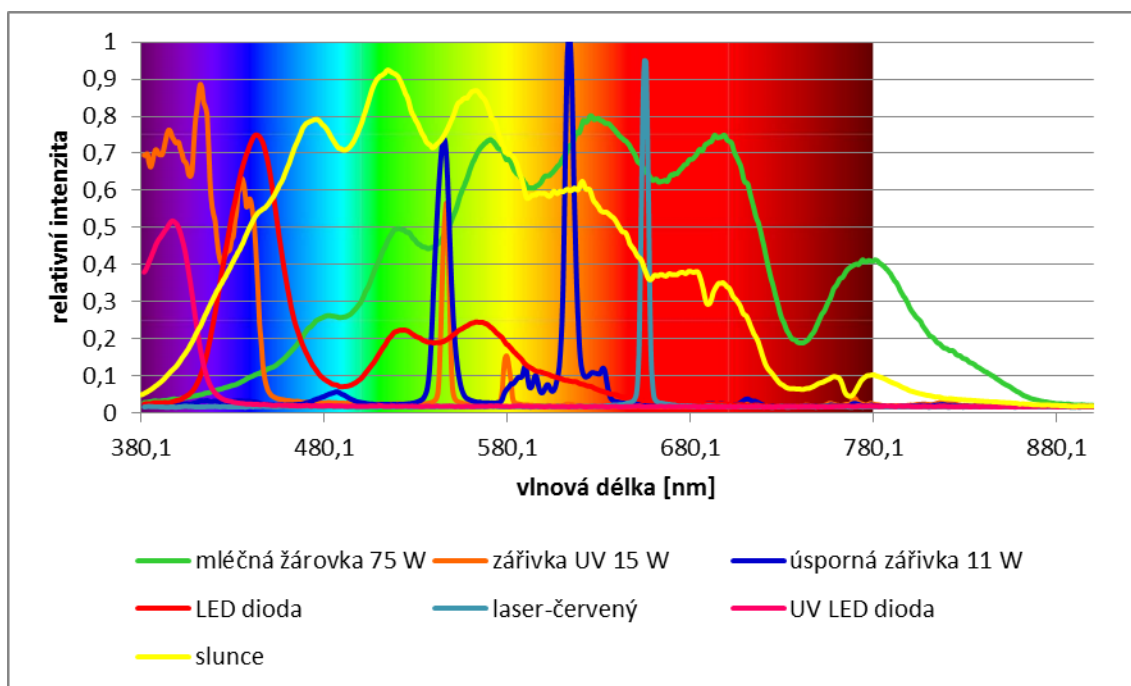
Tyto úlohy byly zadány studentům prvního ročníku bakalářského studia oboru Fyzika na Ostravské univerzitě v rámci předmětu Počítač ve fyzice. Úloha bylo zadáno několik, zde uvádím alespoň dvě.

*Úloha č. 1: Závislost osvětlení na vzdálenosti od zdroje.* Studenti měřili se systémem Vernier. K dispozici měli luxmetr a čidlo vzdálenosti. Systém Vernier jim okamžitě vykresloval graf zvolené závislosti. Naměřená data si studenti zkopírovali a poté zpracovávali v programu Excel. V tomto programu měli určit, jakého stupně je závislost osvětlení na vzdálenosti od zdroje. Studenti zjistili, že se osvětlení klesá s druhou mocninou vzdálenosti. Následovalo sepsání protokolu. Protokol měl následující části: název a zadání úlohy, pomůcky, teorie, postup měření, naměřená data, zpracování, závěr, v němž měli zhodnotit průběh měření a co vše mohlo měření ovlivnit. Výsledný graf studentů vidíme na obrázku 1. Při výpočtu by se dále mělo zahrnout i hledisko plochy luxmetru, které v menší vzdálenosti od zdroje pohlcuje světlo přes větší prostorový úhel než je tomu ve větší vzdálenosti. Výsledné hodnoty by se měly tedy pro přesnější výsledek dále ještě přepočítat.



Obr. 1: Závislost osvětlení na vzdálenosti od zdroje

Úloha č. 2: Spektrální vlastnosti různých zdrojů světla. Studenti opět měřili se systémem Vernier, přesněji se spektrometrem. Pomocí programu LoggerPro naměřili spektrální vlastnosti různých zdrojů světla, jak vidíme na obrázku 2.



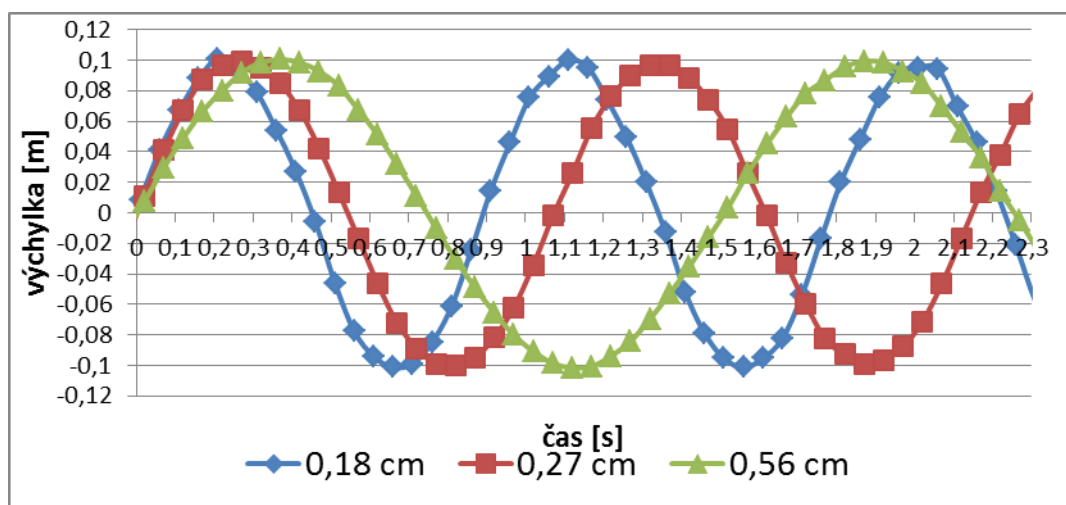
Obr. 2: Spektrální vlastnosti různých zdrojů světla

Úloha č. 3: Porovnání osvětlení ve vzdálenosti 50 cm od různých zdrojů světla. V této úloze se porovnávalo osvětlení čiré žárovky o příkonu 60 W s mléčnou žárovkou o příkonu 60 W a kompaktní zářivkou o příkonu 11 W, u které výrobce uvádí, že má svítit jako 60W žárovka. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1. Zde je nutné uvést, že všechny zdroje světla byly uchyceny ve stolní lampě, a tudíž osvětlovaly luxmetr kolmo. Podstatné je to zejména u úsporné zářivky, která je podélná a má tedy odlišné osvětlení prostoru, které je právě větší do stran. Tento problém je námětem pro další úlohu – proměření prostorových vlastností různých zdrojů světla.

Kompaktní úsporná zářivka 11 W	55 lux
Mléčná žárovka 60 W	228 lux
Čirá žárovka 60 W	234 lux

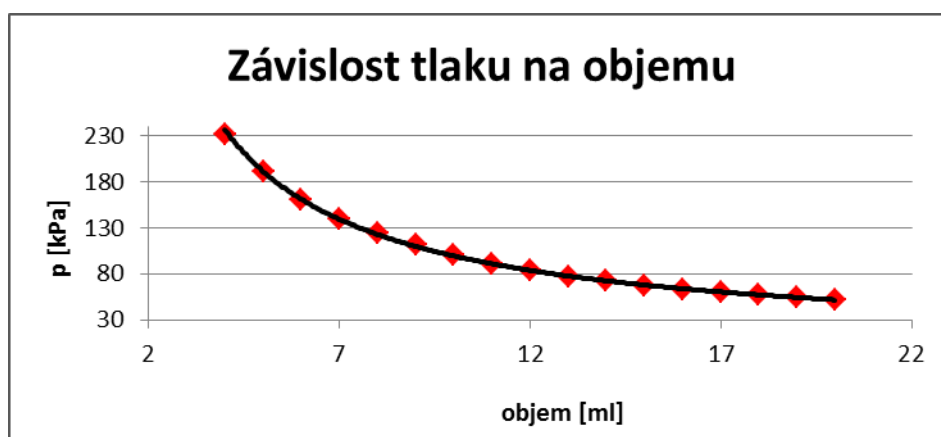
Tab. 1: Porovnání osvětlení různých zdrojů světla ve vzdálenosti 50 cm od zdroje světla

*Úloha č. 4:* Zjistěte, jakou matematickou funkcí lze popsat pohyb matematického kyvadla. Závisí perioda na délce kyvadla? Při této úloze studenti využili čidla vzdálenosti systému Vernier. Dále na stojan zavěsili dřevěný kvádr, na nějž nasměrovali čidlo vzdálenosti. Rozkmitali toto kyvadlo s počáteční výchylkou a spustili měření.



Obr. 3: Závislost výchylky matematického kyvadla na čase

*Úloha č. 5:* Odvoďte křivku izotermického děje a popište ji matematicky. Studenti měli k dispozici čidlo tlaku a injekční stříkačku. Výsledný graf vidíme na obrázku 4, matematicky lze závislost popsat jako hyperbolu.



Obr. 4: Izotermický děj

### Závěr

Studenti s měřením neměli větší obtíže, k naměřeným datům měli osobní vztah, takže měření je bavilo, totéž platí i pro zpracování protokolů. V příštím školním roce proběhne výzkum na SŠ. Úlohy by měly přispět k celkovému rozvoji žáků, jak v oblasti vědomostí a dovedností, k rozvoji tvořivosti, tak také k rozvoji kompetencí k učení, k řešení problémů, sociálních a personálních, komunikačních a pracovních.

### Poděkování

Príspevek byl vypracován v rámci projektu SGS20/PřF/2013 (Podpora vědecké činnosti studentů Katedry fyziky v oblastech experimentální biofyziky, výpočetní chemické fyziky a didaktiky fyziky).

### Literatura

1. DVOŘÁK, L. A KOL., *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?* Příručka pro učitele, mat-fyzpress, 2008. ISBN 978-80-7378-057-9
2. FENCLOVÁ, J., *Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982.
3. LOUCK-HORSLEY, S., LOVE, N., STILES, K., MUNDRY, S., HEWSON, P., *Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics*. CorwinPress, 2003. ISBN 0-7619-4686-1
4. MECHLOVÁ, E., *Specifické problémy vzdělávání fyzice 1*, Ostravská univerzita v Ostravě, 2006.
5. MECHLOVÁ, E. *Specifické problémy vzdělávání fyzice 2*, Ostravská univerzita v Ostravě, 2006.
6. MINTZES, J., WANDERSEE, J., NOVAK, J., *Teaching Science for Understanding: A Human Constructivist View*. AcademicPress, 1998. ISBN 0-12-498360-X
7. REDISH, E., *Teaching physics with the physics suite*. University of Maryland, 2003. ISBN 0-471-39378-9

### Kontaktní adresa

Mgr. Lenka Ličmanová  
Ostravská univerzita v Ostravě  
Přírodovědecká fakulta  
Dvořákova 7, 701 03 Ostrava  
Česká republika  
Telefon: +420 597 09 21 53  
E-mail: lenka.licmanova@osu.cz

### Kontaktní adresa

RNDr. Libor Koníček, Ph.D.  
Ostravská univerzita v Ostravě  
Přírodovědecká fakulta  
Dvořákova 7, 701 03 Ostrava  
Česká republika  
Telefon: +420 597 09 21 52  
E-mail: libor.konicek@osu.cz



### Řešení fyzikálních úloh žáky s poruchami učení

Lucie MAKYDOVÁ, Lenka PAVLÍČKOVÁ

#### Abstrakt

Specifické poruchy učení mají mnoho projevů v různých školních předmětech. My jsme se zaměřily na vyučovací předmět fyzika a jako zástupce specifických poruch učení (SPU) jsme si zvolily dyslexii, dysgrafii a dyskalkulii. Tyto poruchy nejvíce ovlivňují úspěšnost žáka ve fyzikálním vzdělávání. Zajímají nás především odlišnosti při řešení fyzikálních úloh běžným žákem a žákem s poruchou učení.

### Solving physics problems by pupils with learning disabilities

#### Abstract

Learning disabilities have many signs in different school subjects. We are focused on physics and from learning disabilities we have chosen dyslexia, dysgraphia and dyscalculia. We present first research results at primary school where we were interested in the differences in solving physics problems by pupils with learning disabilities and without.

#### Vymezení jednotlivých pojmů

Dysgrafie, dyslexie a dyskalkulie jsou poruchy, které spadají do kategorie specifických poruch učení. Obecně jsou definovány jako neschopnost naučit se číst, psát a počítat pomocí běžných výukových metod. Specifické poruchy učení se spíše než izolovaně vyskytují v kombinaci, a to nejen se zde vyjmenovanými typy poruch. Tyto poruchy mají svá specifika jednak v příčinách vzniku a jednak ve svých projevech. Jsou vždy vrozené, mohou vznikat buď určitým poškozením či dědičností, případně jejich kombinací. U těchto dětí bývají porušeny funkce, které jsou potřebné pro učení se psaní, čtení a počítání, avšak nejsou způsobeny sníženými intelektovými schopnostmi. Porucha psaní, dysgrafie, se u dětí projevuje zejména při psaní, kdy je psaní porušeno jako vlastní akt; při osvojování a zapamatování tvarů jednotlivých písmen a v gramatice. Porucha čtení, kdy je porušeno čtení jako vlastní akt a porozumění čtenému textu, je známá jako dyslexie. Porucha počítání, matematických schopností, neboli dyskalkulie, se projevuje spíše v ovládnutí základních matematických úkonů, než ve vyšší matematice.

**Řešení úloh** je nedílnou součástí fyzikálního vzdělávání. Fyzikální úloha je slovně formulovaný podnět k činnosti žáků vyjádřený textem úlohy (Janás 1996, s. 44). Podle J. Janáse řešení fyzikální úlohy plní ve vyučování fyziky řadu funkcí:

1. jsou prostředkem k osvojování si fyzikálních poznatků a dovedností;
2. jsou prostředkem k rozvíjení fyzikálního myšlení;
3. jsou prostředkem k rozvíjení morálních vlastností (přesnost, důslednost, vytrvalost);
4. aktivizuje žáky k samostatné činnosti (motivace, aktivizace);
5. prostředky kontroly vědomostí (zpětná vazba).

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

Tím, že se při řešení fyzikálních úloh provádí analýza fyzikálního a technického obsahu úlohy, že se deduktivně usuzuje a ověřuje výsledek, rozvíjí se fyzikální a logické myšlení vůbec.

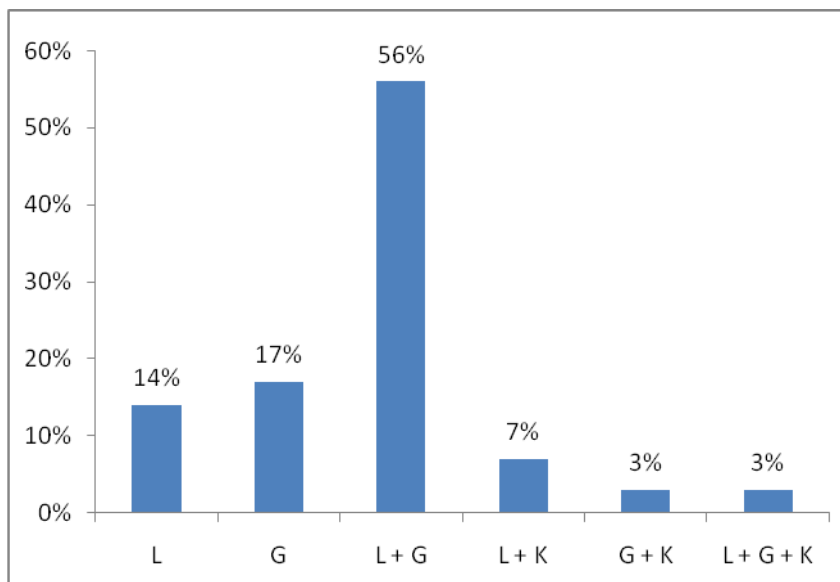
Fyzikální úlohy můžeme klasifikovat podle formální povahy (kvantitativní a kvalitativní, problémové); podle formy zadání (textové, obrazové a experimentální) nebo podle logické povahy (analytické a syntetické). Do výzkumné sondy jsme zařadily úlohy kvantitativní (numerické) a úlohy kvalitativní (problémové).

Výzkumné otázky předvýzkumu vycházejí také ze strategie řešení fyzikálních úloh. Podle J. Janáse (1996) se strategie řešení fyzikálních úloh skládá z deseti základních etap:

1. čtení textu (porozumění čtenému textu, pochopení fyzikálního obsahu úlohy);
2. zápis veličin (správné symbolické označení a převod do SI);
3. náčrt situace (náčrt či schéma);
4. fyzikální analýza situace (návrh postupu řešení);
5. obecné řešení úlohy (ve vyšších ročnících);
6. rozměrová zkouška (určení jednotky výsledku);
7. numerické řešení úlohy (odhad, zaokrouhlení výsledku);
8. konstrukce grafu (u grafických úloh je to základní etapa);
9. diskuze řešení;
10. odpověď.

Toto je formální etapizace, která neplatí pro každý typ fyzikální úlohy. U všech úloh jsou však etapy 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10.

### Výzkumná sonda/předvýzkum



Základní soubor tvoří žáci 8. ročníků brněnských a kolínských základních škol. Výběrový soubor byl sestaven dostupným výběrem ze základního souboru. Celkem se výzkumné sondy účastnilo 57 žáků, z toho 21 žáků, u nichž nebyla diagnostikována žádná specifická porucha učení. U žáků se specifickými poruchami učení převládala dyslexie kombinovaná

s dysgrafií (L + G). Pouze dyslexie (L) se vyskytovala u 14 % žáků, dysgrafie (G) u 17 %. Dyskalkulie (K) se vyskytla zřídka. (viz graf)

**Výzkumné otázky** (dále jen VO) byly sestaveny na základě teoretických základů (viz vymezení jednotlivých pojmů, základní typy poruch učení a jejich projevy).

**VO č. 1:** V jaké etapě řešení fyzikálních úloh dochází nejčastěji k chybám u žáků s dyslexií, dysgrafií a dyskalkulií s porovnáním se žáky bez specifických poruch učení?

**VO č. 2:** Jaké jsou odlišnosti při řešení fyzikálních úloh běžným žákem a žákem s poruchou učení?

Při výzkumné sondě byla použita výzkumná metoda testování. Výzkumným nástrojem byl didaktický test. K sestavení didaktického testu bylo využito didaktického materiálu (Bohuněk, Lustigová, Rauner) a vlastních zkušeností s vyučováním žáků fyzice na základní škole. Didaktický test se skládal z kvalitativních (test A) a kvantitativních (test B) fyzikálních úloh a byl sestaven z tematického celku MECHANICKÁ ENERGIE.

**Vyhodnocení testů** je shrnuto v následujících dvou tabulkách. Žáci třídy 8.A tvoří kontrolní vzorek žáků bez poruchy učení. Společně se žáky 8.B (třída žáků s poruchami učení) jsou ze 3. ZŠ v Kolíně. Třídy 8.C a D tvoří žáci s poruchami učení ze základní školy Bosoňská v Brně ve Starém Lískovci.

Kvalitativní test A obsahoval pět otázek, v tabulce jsou zaznamenány počty žáků, kteří správně odpověděli na daný počet otázek. Poslední sloupec obsahuje průměrný počet správných odpovědí.

Kvantitativní test B se skládal ze šesti úloh, jejichž náročnost se postupně zvyšovala. Obsahoval příklady na výpočet mechanické práce, výkonu a potenciální energie.

Třídy	Počty správně zodpovězených otázek					Průměr
	1	2	3	4	5	
8.A	2	2	5	9	3	3,4
8.B	0	3	6	1	1	3,0
8.C	1	4	2	1	1	2,7
8.D	0	3	5	2	0	2,9

TEST A

Třídy	Počty správně vyřešených úloh							Průměr
	0	1	2	3	4	5	6	
8.A	3	1	5	1	6	2	3	3,1
8.B	4	2	3	1	1	0	0	1,4
8.C	5	3	1	0	0	0	0	0,6
8.D	9	1	0	0	0	0	0	0,1

TEST B

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

Ve třídě 8.B jsou žákům poskytnuty různé kompenzační pomůcky jako kalkulačka, přehledy veličin, fyzikálních vztahů apod. V době testování však neměli svoje přehledy s sebou. V 8.C a D žáci tyto pomůcky používat při písemných pracích nemohou.

Z počtů správných odpovědí vyplývá, že žáci s kompenzačními pomůckami dosahují lepších výsledků a větší míry porozumění probírané látce.

### Výsledky VO č. 1

Pro snadnější zpracování výzkumné otázky byl sestaven kategoriální systém třídění, který vychází z jednotlivých etap řešení fyzikálních úloh:

1. symbolické označení jednotlivých veličin (v následující tabulce je procentuální vyjádření žáků, kteří v zápisu úlohy uvedli alespoň dvě značky chybně);
2. převod do SI (v úlohách bylo nutné převést čtyři hodnoty do soustavy SI; v tabulce jsou žáci, kteří alespoň dvě převedli chybně nebo špatně převedli výsledek na větší jednotku);
3. fyzikální vztah (žáci, kteří alespoň ve dvou úlohách použili špatný vztah nebo špatně vyjádřili neznámou);
4. odpověď (do výsledků jsme zahrnuli pouze nesmyslné odpovědi, které napovídají, že žák nepochopil zadání).

	Žáci s poruchou	Žáci bez poruchy
1. chybné označení fyzikálních veličin	61 %	10 %
2. chyba v převodu do SI	72 %	33 %
3. chybný fyzikální vztah	25 %	19 %
4. nesmyslná odpověď	25 %	0 %

Z předcházející tabulky výsledků vyplývá, že největším problémem pro žáky s poruchou učení jsou převody fyzikálních jednotek. Druhé nejčastější chyby se žáci s SPU dopouští při označení veličin. Procentuální výsledky uvedení chybného vztahu a zapsání nesmyslné odpovědi jsou nízké především proto, že velké množství žáků s poruchou učení se k této fázi řešení úlohy nedostali.

### Výsledky VO č. 2

Při vyhodnocování testu B se ukázaly odlišné postupy v řešení kvantitativních fyzikálních úloh žáky s poruchou učení a žáky bez této poruchy:

- řešení úlohy často začínají žáci s SPU zápisem fyzikálního vztahu, poté dosazují číselné hodnoty a zápis fyzikálních veličin doplňují až na vyžádání učitelem;
- hmotnost tělesa zapisují rovnu tíhové síle ( $m = 200 \text{ kg} = 2\,000 \text{ N}$ );
- pokud neznají potřebný fyzikální vztah, vynásobí (popř. vydělí) čísla ze zadání příkladu;
- při provádění podílu na kalkulačce zaměňují dělence a dělitele ( $10:31=31:10$ );
- nepoužívají vyjadřování neznámé ze vzorců;
- jednotka často není součástí výsledku, ani odpovědi;
- odpovědi většinou neuvádí vůbec.

### Shrnutí

Z našeho předvýzkumu vyplývá, že pro žáky s poruchami učení jsou kvalitativní úlohy k ověřování znalostí a dovedností z fyziky vhodnější než pouze kvantitativní. K jejich řešení by žáci s SPU měli mít různé kompenzační pomůcky, protože celkově přispívají k pochopení a upevnění učiva.

Kvantitativní úlohy jsou však nedílnou součástí výuky fyziky na základní škole, proto jsme hledali ty etapy řešení, které těmto žákům činí největší problémy. Jako nejnáročnější se pro ně ukázalo správné vyjádření jednotek v soustavě SI a správné zapsání fyzikálních veličin.

Odlišností v řešení fyzikálních úloh žákem s SPU a běžným žákem je mnoho. Často je na počátku nepochopení textu úlohy a snaha získat alespoň nějaké číslo jako výsledek. Těmto odlišnostem se budeme věnovat v našem dalším výzkumu. Dále bychom se chtěli více zaměřit na dyskalkulii a vyhledat více žáků s touto poruchou. Zaměříme se na chyby, kterých se žáci s SPU při řešení úloh dopouští, abychom našli společné jevy pro jednotlivé typy postižení.

### Literatura

1. BARTOŇOVÁ, M. Kapitoly ze specifických poruch učení I (Vymezení součastné problematiky). 1. vyd. Masarykova univerzita v Brně, 2004. 128 s. ISBN 80-210-3613-3
2. CHRÁSKA, M. Metody pedagogického výzkumu. 1.vyd. Praha: Grada, 2007. 272 s. ISBN 978-80-247-1369-4.
3. JANÁS, J. Kapitoly z didaktiky fyziky. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1996. 146 s. ISBN 80-210-1334-6
4. JUCOVIČOVÁ, D.; ŽÁČKOVÁ, H.; SOVOVÁ, H. Specifické poruchy učení na 2. stupni základních škol (použitelné i pro střední školství). 1. vyd. Praha: D+H, 2001. 83 s.
5. KOCUROVÁ, M. Specifické poruchy učení a chování. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2000. 96 s. ISBN 80-7082-705-X
6. MICHALOVÁ, Z. Specifické poruchy učení na druhém stupni ZŠ a na školách středních. 1. vyd. Havlíčkův Brod: TOBIÁŠ, 2001. 102 s. ISBN 80-7311-000-8
7. ŠIROKÁ, Lenka. *Problematika dyskalkulie na základní a střední škole: diplomová práce*. Brno: Masarykova univerzita, Fakulta pedagogická, Katedra matematiky, 2008. 100 l., 72 l. příl. Vedoucí diplomové práce Růžena Blažková.

#### Kontaktní adresa

Mgr. Lucie Makydová  
ZŠ Bosonožská  
Bosonožská 9  
625 00 Brno – Starý Lískovec  
E-mail: lucka.makydova@seznam.cz

#### Kontaktní adresa

Mgr. Lenka Pavlíčková  
PdF MU katedra matematiky  
Poříčí 31  
603 00 Brno  
E-mail: sirokalenka@email.cz

### Problémy českých žáků při řešení přírodovědných úloh výzkumů PISA a TIMSS

Dana MANDÍKOVÁ, Jitka HOUFKOVÁ

#### Abstrakt

V příspěvku jsou uvedeny základní charakteristiky výzkumů PISA a TIMSS a je zde stručně shrnut časový vývoj výsledků českých žáků v přírodovědných částech obou výzkumů. Dále jsou zmíněny problémy, které mají čeští žáci při řešení přírodovědných testových úloh. Na závěr jsou představeny publikace, které vycházejí z analýz výsledků českých žáků a přinášejí nové úlohy českých autorů zaměřené na problémové oblasti.

#### název příspěvku v anglickém jazyce

#### Abstract

The contribution provides the basic characteristics of the international assessments of mathematics and science achievement trends PISA and TIMSS and briefly summarizes the time evolution of the results of Czech students in science parts of both surveys. Several problems Czech students had in solving scientific test tasks are mentioned and new publications based on analyses of the results of Czech students are presented. The publications bring new tasks focused on problem areas created by Czech authors.

#### Úvod

Česká republika se od devadesátých let minulého století zapojuje do dvou velkých mezinárodních výzkumů zjišťujících znalosti a dovednosti žáků v oblasti přírodních věd – TIMSS a PISA. Zapojení do těchto šetření umožňuje srovnání výsledků českých žáků s výsledky žáků dalších zemí. Výzkumy doprovází rozsáhlá dotazníková šetření, která zjišťují faktory ovlivňující získané vědomosti a dovednosti. Oba výzkumy se pravidelně opakují a díky tomu lze sledovat, jak se mění úroveň vědomostí a dovedností českých žáků. Propad ve výsledcích českých žáků (zejména v matematice) byl zaznamenán již v roce 2007 ve výzkumu TIMSS. Výsledky výzkumu PISA 2009 klesající trend potvrdily. Trochu optimismu pak přinesly lepší výsledky žáků čtvrtých ročníků ve výzkumu TIMSS 2011.

V následujícím článku zmíníme základní charakteristiky obou výzkumů a stručně nastíníme časový vývoj výsledků českých žáků v přírodních vědách. Dále se zaměříme na problémy, které mají naši žáci při řešení přírodovědných testových úloh. Na závěr představíme publikace, které vycházejí z analýz výsledků českých žáků a přinášejí nové úlohy českých autorů zaměřené na problémové oblasti.

## Výzkum PISA

### Charakteristika výzkumu PISA

PISA (Programme for International Student Assessment) je mezinárodním výzkumem čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti patnáctiletých žáků. Pořádá ho Organizace pro hospodářskou spolupráci (OECD). Výzkum PISA je zaměřen především na zjištění praktických znalostí a dovedností žáků a jejich schopnost použít je v běžném životě.

Výzkum probíhá ve tříletých cyklech, v každém z nich je jedné ze tří sledovaných oblastí věnována zvýšená pozornost. V roce 2000 a 2009 výzkum zjišťoval především čtenářskou gramotnost, v roce 2003 a 2012 matematickou gramotnost a v roce 2006 přírodovědnou gramotnost.

Úroveň gramotnosti žáků se zjišťuje písemným testem, na jehož vyplnění mají žáci dvě hodiny. Výzkum doprovází rovněž dotazníkové šetření mezi testovanými žáky, jejich učiteli a řediteli škol.

Výsledky jednotlivých zemí jsou prezentovány dvěma různými způsoby. Prvním jsou skóre (počty bodů) na škálách výsledků, které vyjadřují úspěšnost žáků při řešení testových úloh. Druhým je rozdělení žáků podle šesti úrovní způsobilosti, na nichž se mohou nacházet. V rámci výzkumu PISA byla za základní stanovena druhá úroveň, které když žáci nedosáhnou, mohou mít problémy v dalším studiu a s uplatněním na trhu práce.

### Vývoj výsledků v přírodních vědách - PISA

Ve všech šetřeních výzkumu PISA od roku 2000 do roku 2006 dosahovali čeští žáci v přírodních vědách nadprůměrných výsledků. Ve výzkumu PISA 2009 poprvé klesli do oblasti průměru. Srovnatelného výsledku v roce 2009 dosáhli z okolních zemí žáci Maďarska. Nejlepší výsledek měli žáci Finska. Vývoj výsledků zachycuje tabulka 1.

Rok	Průměr ČR	Průměr OECD	Počet zemí	Pořadí ČR	Země s významně lepším výsledkem	Země se srovnatelným výsledkem
2000	511	500	32	11	7	7
2003	523	496	41	9	2	10
2006	513	500	57	15	9	10
2009	500	501	65	24	19	12

Tab. 1: Výsledky českých žáků v přírodovědné části výzkumu PISA

Od roku 2006, kdy byly přírodní vědy hlavní testovanou oblastí, se výsledek českých žáků významně zhoršil. Z 56 zemí, které se zúčastnily obou cyklů, se jednalo o největší propad.

Spolu se zhoršením výsledků se zvětšil (z 15,5 % na 17,3 %) i podíl českých žáků pod druhou, základní, úrovní způsobilosti, a poklesl jejich podíl na dvou nejvyšších úrovních (z 11,6 % na 8,4 %).

### 2.3 Kde mají čeští žáci problémy – PISA

Úlohy používané ve výzkumu PISA se výrazně liší od úloh běžně používaných v našich školách. Tvoří je obvykle větší komplex otázek, které zkoumají jedno určité téma. Úlohy

většinou uvádí více či méně rozsáhlý text, graf, obrázek nebo jiný písemný materiál, ke kterému se vztahují otázky. Otázky jsou pak zaměřeny nejen na vědomosti „z“ přírodních věd, tedy znalost obsahu, ale také na vědomosti „o“ přírodních vědách samotných.

**Čeští žáci jsou výrazně úspěšnější v otázkách zaměřených na znalosti „z“ přírodních věd. Hůře řeší otázky metodické („o“ přírodních vědách) zaměřené např. na vytváření hypotéz, využívání různých výzkumných metod, experimentování, získávání a interpretace dat, posuzování výsledků výzkumu, formulování a dokazování závěrů.** Podobně tomu bylo i v šetření v roce 2006. Nelze se tomu ale příliš divit, protože s úlohami a otázkami podobného typu se čeští žáci ve škole ani v učebnicích či sbírkách úloh příliš nesetkávají.

Podíváme-li se na výsledky některých dalších zemí v roce 2009, jsou na tom podobně žáci Maďarska. V Polsku je pak rozdíl úspěšnosti mezi oběma typy otázek nižší, stejně tak ve Finsku. Ještě podstatně vyrovnanější výsledek měli např. žáci v Německu.

Co se týče sledovaných kompetencí (vysvětlování jevů pomocí přírodních věd, rozpoznávání přírodovědných otázek a používání vědeckých důkazů) byli čeští žáci nejméně úspěšní v otázkách zaměřených na používání vědeckých důkazů. Odpovědi na tyto otázky vyžadují, aby žák chápal, že vědecká zjištění jsou druhem důkazů, z nichž lze odvodit určité závěry, získávat vědecké informace; aby uměl argumentovat a vyvozovat závěry na základě vědeckých důkazů, vybrat vhodný závěr z několika možností a určit předpoklady, o něž se daný závěr opírá.

V testech se používají jak otázky s výběrem odpovědi (buď se volí jedna správná ze čtyř možností nebo odpověď Ano či Ne v souboru minimálně dvou otázek), tak otázky, kde je třeba odpověď tvořit (buď uzavřené s krátkou odpovědí nebo otevřené s delší). Jak by se dalo očekávat, byli čeští žáci úspěšnější v řešení otázek s výběrem odpovědi než v otázkách, které vyžadovaly tvorbu vlastní odpovědi. Podobné rozdíly v úspěšnostech podle typů otázek lze najít i u žáků Polska, Maďarska a Slovenska. Podobný trend je např. i ve Finsku a Německu, ale rozdíly v úspěšnosti řešení otázek s výběrem a tvorbou odpovědi nejsou tak velké.

**Čeští žáci se často do řešení otevřených úloh vůbec nepouští.** Do řešení otázek s tvorbou odpovědi se v roce 2009 v průměru nepustilo 19,4 % českých žáků, zatímco v zemích OECD to bylo v průměru jen 9,9 % žáků. U otázek s výběrem odpovědi jsou tato procenta podstatně nižší, 3,3 % pro české žáky a 2,3 % pro žáky zemí OECD.

Prvních 16 nejvíce neřešených otázek bylo s tvorbou odpovědi. Patnáct z nich neřešilo více jak 10 % českých žáků, devět pak přes 20 % českých žáků.

Z devíti otázek, které neřešila více než pětina našich žáků, bylo šest zaměřených na vědecká vysvětlení, tedy vědomosti „o“ přírodních vědách. Nejčastěji neřešená otázka se týkala podmínek provádění experimentu. V dalších šlo např. o argumentaci na základě dat uvedených v tabulce.

Průměrné úspěšnosti horší než 50 % dosáhli čeští žáci ve 22 otázkách z 53, pod 30 % bylo pět z nich. Čtyři z nejhůře řešených otázek se týkaly vědomostí o přírodních vědách. V nejhůře řešené otázce, kde byla průměrná úspěšnost českých žáků jen 16,1 %, bylo třeba určit, která ze dvou uvedených hypotéz podporuje jednotlivá zjištění vědců. S takovým typem otázky se český žák setká ve škole jen výjimečně. V dalších otázkách s nízkou úspěšností měli žáci například uvést, zda data v tabulce jsou dostatečná k vyvození uvedeného závěru nebo měli navrhnout na základě textu, čemu by se měl dále věnovat výzkum v dané oblasti. V jiné z otázek bylo úkolem napsat hlavní myšlenku experimentu popsání v textu. Takové otázky opět nejsou pro české žáky běžné.



### Výzkum TIMSS

#### Charakteristika výzkumu TIMSS

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) je mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání. Jde o projekt Mezinárodní asociace pro hodnocení výsledků vzdělávání (IEA). Výzkum TIMSS je zaměřen na vědomosti a dovednosti rozvíjené ve školní výuce. Zjišťují se pomocí písemných testů, jež obsahují úlohy z matematiky a přírodních věd. Součástí výzkumu je i dotazníkové šetření mezi žáky, učiteli matematiky a přírodovědných předmětů a řediteli škol.

Výzkum je zaměřen na věkové kategorie devítiletých a třináctiletých žáků a na žáky v posledních ročnících středních škol. Probíhá od roku 1995 ve čtyřletých cyklech. Česká republika se do něj zapojila v letech 1995, 1999, 2007 a 2011. V roce 1995 byly testovány všechny věkové kategorie, v roce 1999 jen třináctiletí žáci, v roce 2007 pak devítiletí a třináctiletí žáci a v roce 2011 jen devítiletí žáci.

Výsledky zemí jsou prezentovány dvěma způsoby. Prvním je prezentace pomocí skóre (počtu bodů), jež vyjadřují úspěšnost žáků na škálách výsledků. Základem druhého způsobu jsou čtyři vědomostní úrovně. Každá úroveň je určena minimálním počtem bodů, jehož musí žák dosáhnout. Výsledky zemí jsou pak vyjádřeny procentuálním zastoupením jejich žáků na jednotlivých vědomostních úrovních.

#### Vývoj výsledků v přírodních vědách - TIMSS

##### 4. ročník (devítiletí)

Ve všech šetřeních výzkumu TIMSS dosahovali čeští žáci v přírodních vědách nadprůměrných výsledků. Nicméně od roku 1995 do roku 2007 se jejich výsledek významně zhoršil. Jednalo se o druhé největší zhoršení ze zemí, které se účastnily obou šetření. Významně se také snížil počet žáků s výborným výsledkem. Od roku 2007 do roku 2011 došlo opět k významnému zlepšení (nejvyšší ze všech členských zemí EU a OECD). Mezi nejúspěšnější evropské země se nyní také řadíme zastoupením žáků na dvou nejvyšších vědomostních úrovních (44 %). Pod nízkou úrovní je pak poměrně málo žáků (3 %). Výsledky žáků 4. ročníků přehledně zachycuje tabulka 2.

Rok	Průměr ČR	Průměr škály TIMSS	Počet zemí	Pořadí ČR	Významně lepší výsledek	Srovnatelný výsledek
1995	532	500	26	7	2	8
2007	515	500	36	20	16	4
2011	536	500	30	6	5	5

Tab. 2: Výsledky českých žáků v přírodovědné části výzkumu TIMSS – 4. ročník

##### 8. ročník (třináctiletí)

Rovněž čeští žáci 8. ročníků dosahovali ve všech šetřeních výzkumu TIMSS v přírodních vědách nadprůměrných výsledků. Od roku 1995 do roku 1999 byl v České republice zjištěn druhý největší pokles výsledků. Od roku 1999 do roku 2007 již k dalšímu zhoršení nedošlo. V roce 2007 bylo na dvou nejvyšších vědomostních úrovních více než 40 % českých žáků, což nás řadí mezi nejúspěšnější evropské země (přesto je toto zastoupení vý-

znamně nižší než v roce 1995). Navíc patřila Česká republika k zemím s nejmenším zastoupením žáků (3 %), kteří nedosáhli ani nejnižší úrovně. Výsledky žáků 8. ročníků přehledně zachycuje tabulka 3.

Rok	Průměr ČR	Průměr škály TIMSS	Počet zemí	Pořadí ČR	Významně lepší výsledek	Srovnatelný výsledek
1995	555	500	41	2	1	6
1999	539	500	38	8	2	10
2007	539	500	49	7	4	4

Tab. 3: Výsledky českých žáků v přírodovědné části výzkumu TIMSS – 8. ročník

### Kde mají čeští žáci problémy – TIMSS

Podobně jako ve výzkumu PISA byli čeští žáci úspěšnější v úlohách na výběr odpovědi než v úlohách s tvorbou odpovědi. **Nižší úspěšnost v úlohách s tvorbou odpovědi není dána jen tím, že v nich čeští žáci hůře odpovídali, ale také tím, že se do jejich řešení mnohdy vůbec nepustili.** Průměrné procento českých žáků 8. ročníku, kteří v roce 2007 neřešili úlohy s tvorbou odpovědi, je 13,2 %, u úloh s výběrem odpovědi pak 1,6 %.

Pro žáky je přirozeně obtížnější zformulovat písemně vlastní stanovisko a případně ho obhájit než jen odpověď zaškrtnout. Nicméně i v přírodovědných předmětech by tato dovednost měla být rozvíjena. Pro málo řešené úlohy bylo společné také to, že se jednalo většinou o popis a vysvětlení výsledku experimentu či přírodního jevu, případně vyvození závěru z pokusu.

Zaměříme-li se na otázky z fyziky, dosáhli čeští žáci výsledku významně horšího než mezinárodní průměr jen ve čtyřech z 58 otázek. Největší rozdíl (14,9 %) v neprospěch českých žáků, byl u úlohy týkající se funkce elektromagnetu. Druhý největší rozdíl (8,1 %) byl u úlohy zabývající se přeměnami energie. O 6,6 % byli čeští žáci horší v úloze týkající se zvukových vln, což je učivo, se kterým se ve škole většinou ještě nesetkali. Výsledek o 6,0 % horší pak byl ještě v otázce zabývající se chováním látek při změnách skupenství.

Úspěšnosti horší než 50 % dosáhli čeští žáci v 25 fyzikálních otázkách, pod 25 % to pak bylo sedm otázek, šest z nich bylo s tvorbou odpovědi. K nejhůře řešeným patřila výše zmíněná úloha o elektromagnetu, dále úloha dotazující se na výhodu paralelního zapojení spotřebičů v domácnosti a úloha týkající se rovnováhy na páce.

### Metodické publikace s úlohami typu PISA a TIMSS

V rámci projektu Kompetence I vzniká řada metodických publikací vycházejících z šetření TIMSS 2007 a 2011 a PISA 2009. Jejich cílem je jednak seznámit čtenáře podrobněji s výsledky českých žáků v přírodovědném testu zmíněných šetření a upozornit na některé problémy, které se při řešení testových úloh objevily. Publikace pak hlavně nabízejí nové úlohy podobného charakteru, jako se používají ve výzkumech TIMSS a PISA. Úlohy z publikací mohou učitelé využít jak ve společné práci v hodinách, tak k samostatné práci žáků. Úlohy typu PISA jsou pak vhodné zejména do různých přírodovědných seminářů. Všechny úlohy v publikacích obsahují správná řešení, upozornění na typické chyby žáků a metodické komentáře pro učitele.

Začátkem roku 2012 vyšly tři publikace k šetření TIMSS 2007. Přírodovědné a matematické úlohy pro druhý stupeň základního vzdělávání mají své samostatné publikace. Přírodo-

vědná publikace obsahuje kromě analýz výsledků hlavně úlohy z fyziky (52), chemie (21), zeměpisu (20) a biologie (29). Pro první stupeň základního vzdělávání vznikla pak jedna společná publikace pro matematiku a přírodovědu.

Začátkem roku 2013 vyšla publikace k výzkumu PISA 2009. Čtenáři v ní najdou kromě úvodních analýz výsledků celkem 49 přírodovědných úloh. Obdobné publikace vycházejí i pro matematiku a čtení.

V současné době připravujeme publikaci reagující na výsledky šetření TIMSS 2011 a PIRLS 2011 (čtenářská gramotnost), která bude obsahovat úlohy z přírodovědy, matematiky a čtení pro žáky prvního stupně základního vzdělávání.

### Závěrem

Podrobnější informace o výzkumech PISA a TIMSS naleznete na:

- Národní stránky: <http://www.csicr.cz/cz/O-nas/Mezinarodni-setreni/>
- Mezinárodní stránky: <http://www.oecd.org/pisa/>; <http://timss.bc.edu/>

Uvolněné úlohy z šetření obou výzkumů jsou v publikacích:

- FRÝZKOVÁ, M., PALEČKOVÁ, J.: Přírodovědné úlohy výzkumu PISA. ÚIV, PRAHA 2007, ISBN 978-80-211-0540-9
- TOMÁŠEK, V. a kol.: Výzkum TIMSS 2007. Úlohy z matematiky a přírodovědy pro 4. ročník. ÚIV, Praha 2009, ISBN 978-80-211-0586-7
- TOMÁŠEK, V. a kol.: Výzkum TIMSS 2007. Úlohy z přírodních věd pro 8. ročník. ÚIV, Praha 2009, ISBN 978-80-211-0589-8

Podrobný rozbor výsledků českých žáků v přírodovědných částech šetření výzkumu TIMSS 2007 a PISA 2009 spolu s dalšími nově vytvořenými úlohami obsahují publikace:

- MANDÍKOVÁ, D., HOUFKOVÁ, J. a kol.: Přírodovědné úlohy pro druhý stupeň základního vzdělávání. Náměty na rozvoj kompetencí žáků na základě zjištění výzkumu TIMSS 2007. Ústav pro informace ve vzdělávání 2011. ISBN 978-80-211-0610-9
- HEJNÝ, M., HOUFKOVÁ, J., JIROTKOVÁ, D., MANDÍKOVÁ, D. a kol.: Matematické a přírodovědné úlohy pro první stupeň základního vzdělávání. Náměty na rozvoj kompetencí žáků na základě zjištění výzkumu TIMSS 2007. Ústav pro informace ve vzdělávání 2011. ISBN 978-80-211-0611-6
- MANDÍKOVÁ, D., HOUFKOVÁ, J. a kol.: Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti. Utváření kompetencí žáků na základě zjištění šetření PISA 2009. Česká školní inspekce, Praha 2012. ISBN 978-80-905370-1-9

### Literatura

1. MANDÍKOVÁ, D., PALEČKOVÁ, J.: Výsledky českých žáků ve výzkumu PISA 2009 – zhoršení v matematice i přírodních vědách. MFI, 21, č. 4, Prométheus, Praha 2011. s. 210-222.
2. MANDÍKOVÁ, D., PALEČKOVÁ, J.: Přírodovědná gramotnost českých žáků – výsledky výzkumu PISA 2006 MFI 18, č. 4, Prométheus, Praha 2008. s. 214 - 229

3. MANDÍKOVÁ, D., TOMÁŠEK, V.: Výsledky českých žáků ve výzkumu TIMSS 2007. MFI, 19, č. 5, Prométheus, Praha 2010. s.275-291.
4. PALEČKOVÁ, J., TOMÁŠEK, V., BASL. J.: Umíme ještě číst? Hlavní zjištění výzkumu PISA 2009. ÚIV, Praha 2010.
5. PALEČKOVÁ, J. a kol.: Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006. Poradí si žáci s přírodními vědami? ÚIV, Praha 2007.
6. TOMÁŠEK, V. a kol.: Národní zpráva TIMSS 2011. ČŠI, Praha 2012.
7. TOMÁŠEK, V a kolektiv : Výzkum TIMSS 2007. Obstojí čeští žáci v mezinárodní konkurenci? Praha, ÚIV, 2008.
8. MARTIN, M.O., MULLIS, I.V.S., & FOY, P. (with OLSON, J.F., ERBERBER, E., PREUSCHOFF, C., ARORA, A. & GALIA, J.): TIMSS 2007 International Mathematics and Science Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. Published December 2008, Revised August 2009 (dostupné na: [http://timssandpirls.bc.edu/TIMSS2007/intl\\_reports.html](http://timssandpirls.bc.edu/TIMSS2007/intl_reports.html) )
9. OECD (2010), PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I)
10. OECD (2010), PISA 2009 Results: Learning Trends: Changes in Student Performance Since 2000 (Volume V)
11. OECD (2006), Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy a Framework for *PISA 2006*
12. OECD (2007), PISA 2006. Science Competencies for Tomorrow's World, Volume 1: Analysis. Volume 2:Data.

### Kontaktní adresa

RNDr. Dana Mandíková, CSc.  
Katedra didaktiky fyziky MFF UK  
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8  
Telefon: +420 221 912 413  
E-mail: Dana.Mandikova@mff.cuni.cz

### Kontaktní adresa

RNDr. Jitka Houfková, Ph.D.  
Katedra didaktiky fyziky MFF UK  
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8  
Telefon: +420 221 912 431  
E-mail: Jitka.Houfkova@mff.cuni.cz

### Prizpůsobení středoškolské výuky fyziky praxi

Heřman MANN

#### Abstrakt

Průzkum názoru žáků na tradiční výuku fyziky ukázal, že ač u žáků základních škol fyzika je oblíbená, středoškoláky zaujmout nedokáže. Ve výuce fyziky by chtěli "poznávat jak fungují věci kolem nás" a "získávat dovednosti využitelné v životě". Rádi by přitom využívali počítače. Ukazuje se, že tyto požadavky dokáže splnit matematické modelování fyzikálních soustav pomocí fyzikálních schémat. Formulaci a řešení příslušných rovnic – činnost mimo matematické kompetence středoškoláků – provede program DYNAST přístupný po internetu. Po zadání fyzikálního schématu dané soustavy v grafické podobě program zobrazí průběhy požadovaných fyzikálních veličin a případně provede i animaci zadané soustavy. Tento přístup podporuje badatelský a problémově orientovaný přístup blízký potřebám praxe.

### Adapting high-school-physics-to labor market

#### Abstract

Opinion survey on physics education shows that while secondary-school pupils like physics, high-school students find it boring. They want to learn how various gadgets function, and to acquire skills useful in life. To do this, they would prefer using computers. Such requirements can be met by modeling physical systems with physical diagrams. Students can avoid derivation and solving of the underlying differential equations by submitting the physical diagram to DYNAST software, which can do it automatically. Then the required physical variables can be plotted and the system animation can be shown. Such an approach supports the inquiry and problem oriented approach closed to the labor market needs.

#### Úvod

Autor příspěvku se omlouvá, že strká nos do výuky středoškolské fyziky, ač sám středoškolským učitelem není. Dlouhodobě se zabývá vývojem efektivních metod projektování fyzikálních soustav pro potřeby průmyslu a vysokoškolské výuky na ČVUT. Středoškolskou výuku měl příležitost si vyzkoušet na jednom českém gymnáziu při řešení dvouletého mezinárodního projektu [1]. Úspěšně přitom uplatnil svou metodu matematického modelování pomocí fyzikálních schémat podporovanou softwarem DYNAST, který vznikl pod jeho vedením [2]. Studenti výuku vesměs zvládli a v anonymních dotaznících ji kladně hodnotili. Líbila se jim zejména příležitost ve čtyřčlenných týmech řešit zjednodušené reálné úlohy zadané jim inženýry z Aera Vodochody. Žáci byli ochotni úlohy řešit i na svých počítačích doma a z vlastní iniciativy je i animovat. Německý partner uplatnil stejně úspěšně tutéž metodu i software na dvou tamních gymnáziích, která projevila zájem se k projektu připojit do-  
datečně.

### Tradiční způsob výuky středoškolské fyziky

Ač je dnes fyzika považována za základ všech exaktních oborů zabývajících technikou a neživou i živou přírodou, její středoškolská výuka silně zaostává za současnými potřebami. Projevuje se to malým zájmem středoškoláků o vysokoškolské studium exaktních oborů i nedostatečnými znalostmi u těch středoškoláků, kteří se k takovému studiu přeci jen přihlásili. Žalostný je rovněž nezájem o učitelství fyziky.

Hlavní důvody malého zájmu středoškoláků o fyziku odhalili sami žáci v rozsáhlém a velmi užitečném průzkumu jejich názoru na výuku fyziky [3]. Průzkum ukázal, že na základní škole fyzika patří k oblíbeným předmětům, zvláště když při ní žáci mohou „provádět pokusy vlastníma rukama“. Obliba fyziky však výrazně klesá s přechodem žáků na střední školu. Středoškoláci nejčastěji dávali najevo, že je fyzika již nebaví, a že jim začala připadat jako „vzdálená, nudná, složitá a stará“. Uváděli, že ve výuce fyziky by chtěli zejména „poznávat principy fungování věcí kolem nás“ a „získávat dovednosti využitelné v životě“. Rádi by při tom ve výuce fyziky využívali počítače, a to nejen jako součást měřicí aparatury. Rovněž se ukázalo, že dosavadní způsob výuky žákům neposkytuje dostatečnou představu o povoláních, jejichž podstatnou náplní je využívání fyzikálních znalostí ve výzkumu nebo v praxi. Žáci vyšších tříd přiznávali, že se fyziku učí hlavně proto, aby jim známka z ní nekazila vysvědčení.

Práce [3] konstatuje, že „nižší motivovanost žáků ve vyšších ročnících není přelud“, ale statisticky průkazný fakt, „se kterým je třeba počítat“. To jistě neznamená, že bychom se s tímto stavem měli prostě smířit. Otázkou zůstává co je příčinou tohoto stavu a jak jej napravit? Sama příručka [4] na str. 247 uvádí: „Jedním z hlavních problémů současného fyzikálního vzdělávání je ... stagnující obsah a struktura didaktického systému výuky, jehož základy se formovaly již v 19. století“. Tento stav se někdy pokrytecky svádí na chudáky učitele s tím, že údajně „mají tendenci učit tak, jak sami byli učeni“. Ale jak by vlastně měli být učeni dnes?

S vyřešením nelehkého úkolu modernizovat výuku středoškolské fyziky nelze spoléhat na samotné učitele. Situace se nezmění, dokud si katedry a další instituce zodpovědné za směřování středoškolské výuky nezačnou ve spolupráci s profesními a odbornými organizacemi zjišťovat jaké znalosti a dovednosti absolventi vlastně potřebují. Sebevíce vzorečků a pokusů, byť zajímavých, situaci nezachrání.

Převažujícím tématem konferencí a dizertačních prací zaměřených na výuku fyziky stále zůstává didaktika, zatímco modernizace obsahu výuky zůstává až na výjimky stále mimo pozornost. Místo „Zpátky ke kořenům fyziky!“ bychom měli volat „Kupředu k plodům fyziky!“

### Chování fyzikálních soustav

Jedním z hlavních cílů fyziky je pozorovat, popisovat a předvídat chování různých fyzikálních soustav. Každé takovéto chování charakterizují průběhy určitých fyzikálních veličin zjišťované experimentálně nebo matematicky. V tradiční výuce fyziky žáci zjišťují tyto průběhy téměř výhradně jen experimentálně. Matematicky zjišťují pouze některé body těchto průběhů pomocí učebnicových vzorečků.

**Experimentální způsob** má však řadu omezení:

- vyšetřovaná soustava musí již existovat, ať v přírodě nebo v laboratoři
- měřit můžeme jen ty veličiny, ke kterým máme náležitý přístup pomocí vhodné měřicí aparatury

- z hlediska veličin nedostupných pro měření se soustava jeví jako „černá skříňka“
- naměřené průběhy veličin platí pouze pro omezený časový interval, v němž se měření uskutečnilo
- naměřené veličiny sice svědčí o tom, jak se soustava během experimentu chovala, nikoliv však proč se právě tak chovala

**Matematický způsob** předpokládá, že vyšetřované chování dané fyzikální soustavy je popsáno matematickými vztahy neboli matematickým modelem daného chování. Sama soustava však nemusí již – nebo – zatím existovat. Matematický způsob umožňuje

- vysvětlit, PROČ se soustava v intervalu měření chovala určitým způsobem (které jevy převažovaly)
- určit průběh veličin nepřístupných pro přímé měření (teplota povrchu Měsíce nebo některého orgánu pacienta)
- odhadnout, jak se soustava chovala před počátkem intervalu měření (jak probíhal vznik Země nebo kriminální čin)
- předpovědět, jak se soustava bude chovat po ukončení intervalu měření (jak bude fungovat projektovaný výrobek v provozu)
- odpovědět na otázku, jak soustavu modifikovat, aby se její chování změnilo žádoucím způsobem, příp. aby jej bylo možné řídit (let kosmické rakety)

Průběhy veličin získané v určitém intervalu přímým měřením jsou ovšem důvěryhodnější než ty získané pro stejný interval výpočtem. Mohou proto sloužit k ověřování matematických modelů a tím i k získávání zkušeností potřebných pro jejich formulaci.

### Formulace matematických modelů

Experimentováním a pozorováním různých fyzikálních soustav se lidé zabývali od pradávna. Teprve však matematické modelování chování soustav tuto činnost povýšilo na vědeckou disciplínu. Matematické modelování se stalo klíčovou metodou užívanou při vědeckém uvažování, bádání a řešení úloh ve všech exaktních přírodovědných a technických oborech.

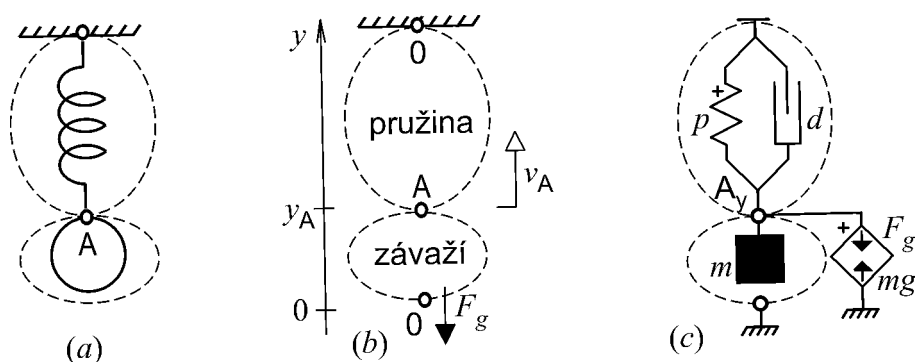
Formulace matematických modelů chování fyzikálních soustav probíhá ve dvou fázích: fyzikální a matematické. Cílem fyzikální fáze je vytvoření **konceptuálního modelu chování** soustavy identifikujícího ty fyzikální jevy a jejich vzájemné interakce, které chování soustavy určují. Pro jednu a tutéž fyzikální soustavu mohou existovat různé konceptuální modely, z nichž každý má své oprávnění v určitém **oboru platnosti** modelu. Ten závisí na požadované přesnosti modelu, na časovém intervalu, pro který je model určen, na předpokládané maximální velikosti a rychlosti změn jeho veličin apod. Např. Hookův zákon je modelem elasticity reálné pružiny platným pouze pro malé, pomalé a krátkodobé výchylky její délky.

Cílem matematické fáze je pak formulace rovnic, které konceptuální model popisují a jejichž řešením jsou průběhy veličin, které chování soustavy charakterizují. Zatímco na slovo model v učebnicích fyziky občas narazíme, o matematickém modelování, tj. o systematickém postupu pro formulaci matematických modelů fyzikálních soustav tam nenajdeme ani zmínku. Středoškolská výuka fyziky zde naráží na zdánlivě nepřekonatelnou překážku spočívající v tom, že modelování vyžaduje kompetenci k formulování a řešení soustav rovnic – nejčastěji diferenciálních a nelineárních. Tuto kompetenci však středoškoláci postrádají. V dalších odstavcích však ukážeme, že tuto překážku lze překonat.

### 5. Fyzikální schémata

Konceptuální modely lze znázorňovat pomocí **fyzikálních schémat**. Ta sestávají z grafických **značek** představujících jednotlivé fyzikální jevy nebo celé části ovlivňující chování modelované soustavy. Značky či části jsou ve schématech propojeny úsečkami naznačujícími interakce, k nimž mezi nimi dochází v podobě přenosu energie nebo hmoty. Předností fyzikálních schémat je, že jsou s modelovanými soustavami izomorfní. Lze je proto sestavovat stavebnicovým způsobem na základě pouhé inspekce reálné konfigurace soustav. Nezasvěcení někdy tato schémata zaměňují se schémata blokovými, která ale zobrazují jen soustavy rovnic.

Na obr. (a) je příklad reálné soustavy o dvou částech ohraničených elipsoidy stýkajícími se v bodě A, kde mezi částmi dochází k přenosu energie. Na obr. (b) je soustava doplněna souřadným systémem. Obr. (c) zobrazuje fyzikální schéma uvedené soustavy. Model pružiny sestává ze značky elasticity pružiny o poddajnosti  $p$  a ze značky znázorňující vliv tlumení jejího materiálu  $d$ . Chování závaží je zde respektováno značkou jeho hmotnosti  $m$ , na kterou z okolí soustavy působí gravitační síla  $F_g$  reprezentovaná značkou zdroje síly.



### 6. Program DYNAST

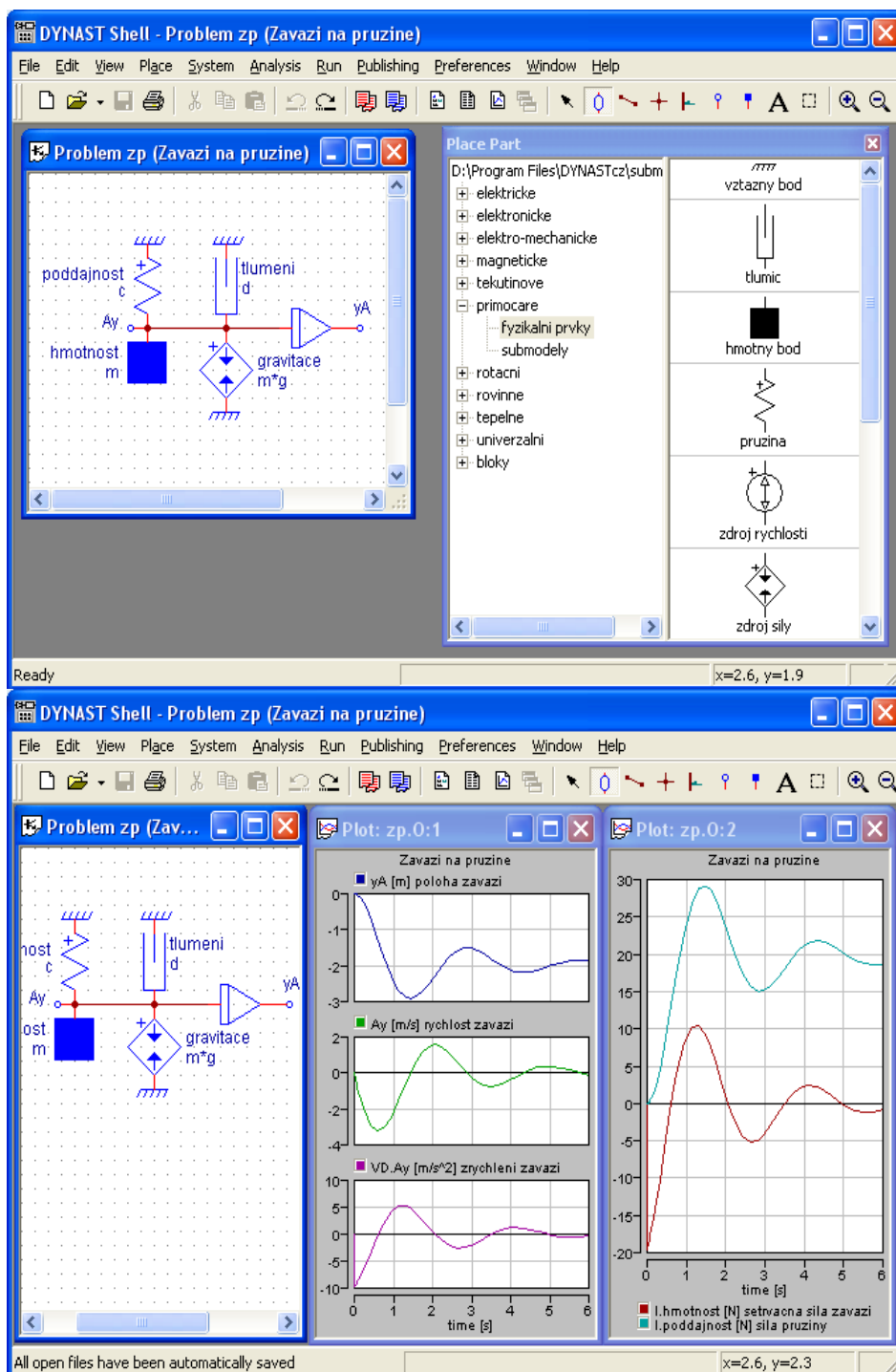
Výše uvedené screenshoty uživatelského rozhraní programu DYNAST ukazují způsob zadávání fyzikálních schémat a zobrazování průběhů vypočítaných veličin.

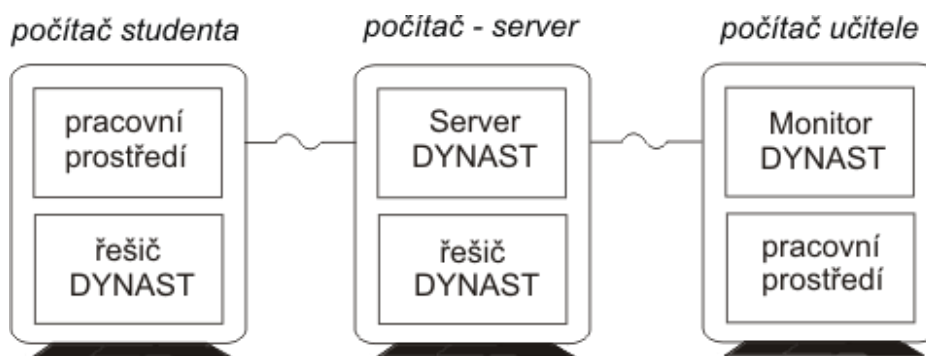
Simulační program DYNAST byl pod názvem SADYS vypracován na ČVUT již v osmdesátých letech a od té doby byl soustavně zdokonalován v návaznosti na rozvoj výpočetní techniky [2]. Intenzivně byl využíván jak ve výuce na domácích i zahraničních školách, tak hlavně v průmyslu a ve výzkumu. Byl využíván i lékaři, např. k simulaci krevního oběhu nebo umělé ledviny.

Základní funkce programu DYNAST naznačují tři obdélníkové bloky zarámované přerušovanou čarou na dalším obrázku. Oválné bloky představují vstupní nebo výstupní data programu. Po zadání konceptuálního modelu v podobě fyzikálního schématu a číselných hodnot jeho parametrů, program automaticky vygeneruje odpovídající rovnice. Program pak provede **simulaci** chování soustavy spočívající ve vyřešení rovnic a znázornění průběhů odezev charakterizujících modelované chování. Chování soustavy program dokáže i animovat přičemž znázorní odpovídající změny v geometrickém vyobrazení soustavy, např. pohyby některých jejích částí.



## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6





K zadávání úloh pro DYNAST a zobrazování jejich výsledků slouží grafické pracovní prostředí. To obsahuje archiv modelů mnoha reálných částí, velkou sbírku řešených úloh i elektronický kurz modelování. Prostor podpořuje vytváření nových modelů i jejich grafických značek a automatizované dokumentování jak modelů, tak i řešených úloh.

DYNAST lze využívat i po místní počítačové síti nebo po internetu. Síťová varianta poskytuje učitelům možnost monitorovat úlohy řešené studenty na serveru, kontrolovat jejich správnost a případně je i opravovat. Tato varianta rovněž umožňuje spolupráci více studentů na společném projektu. DYNAST rovněž dovoluje vytvářet **physlety** (fyzikální aplety), a to bez znalosti programování.

DYNAST může být využit i k řešení úloh popsaných soustavou rovnic nebo blokovým schématem. Rovnice není nutné převádět do tzv. normálního tvaru, ale lze je zadávat přímo v implicitním algebro-diferenciálním tvaru

$$F(dx/dt, x(t), t) = 0, \text{ at' již } dx/dt = 0 \text{ či nikoliv, } F(\ ) \text{ je vektorová funkce.}$$

Znamená to, že tatož formulační metoda může být využita pro soustavy z různých fyzikálních domén a pro různé zvláštní případy řešení, např. statické, kinematické či dynamické. Rovnice se do paměti počítače ukládají s využitím řídkosti jejich matic a se symbolickým výpočtem prvků jakobiánů. Integrovní metoda je stiff-stabilní, v závislosti na průběhu výpočtu automaticky optimalizuje nejen délku kroku, ale i řád metody.

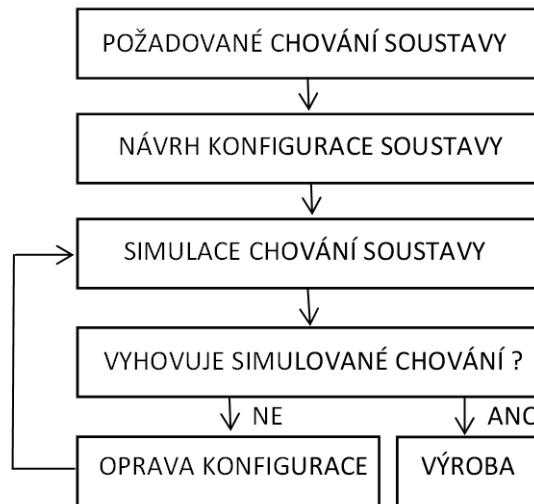
### 7. Simulace v technické praxi

Technikům matematické modelování pomáhá předvídat chování soustav, jejichž projektováním nebo údržbou se zabývají. Matematické modelování nabývá stále větší důležitosti s tím, jak na jedné straně roste složitost technických soustav a jak na druhé straně, jak rostou nároky na operační rychlost, energetickou účinnost, spolehlivost a bezpečnost soustav i na ochranu životního prostředí. I v tomto směru počítače technikům umožňují urychlit, zkvalitnit a zefektivnit jejich práci. Současně jim dovolují omezit nákladné a zdoluhavé experimentování s reálnými prototypy.

Simulační experimenty jsou jedinou možností tam, kde reálné experimentování nepřipadá v úvahu. Ať již je to kvůli nadměrným finančním nákladům, nebo s ohledem na možné ohrožení zdraví či životního prostředí. Např. technikům simulace dovolují uvážit více návrhových alternativ a projekty důkladněji ověřit dříve, než budou realizovány. Při údržbě již realizova-

ných technických soustav simulace technikům pomáhají nejen lokalizovat a odstraňovat vzniklé poruchy, ale i zjišťovat, analyzovat a odstraňovat jejich příčiny.

Firmám, jejichž technici dokáží počítačové modelování a simulace lépe využívat, se daří produkovat kvalitnější výrobky, uvádět je rychleji na trh a tím dosahovat vyšší zisky.



Tento vývojový diagram znázorňuje velmi zjednodušeně úlohu matematického modelování a simulace při projektování nové fyzikální soustavy v podobě výrobku, zařízení, stavby apod. Po návrhu počáteční geometrické a materiálové konfigurace soustavy je vytvořen matematický model počáteční konfigurace. Pomocí simulace je potom vyhodnoceno chování modelu počáteční konfigurace soustavy a porovnáno s požadovaným chováním. Pokud jsou výsledky porovnání vyhovující, soustava může být zrealizována. Jinak je nutno návrh konfigurace náležitě upravit a celý tento iterativní postup zopakovat (obvykle mnohokrát). Všimněte si, že při experimentálním přístupu bez simulace a modelování by bylo nutné po každé iteraci vyrobit nový prototyp navržený **metodou pokusů a omylů**.

### 8. Závěr

Modelování pomocí fyzikálních schémat studentům umožňuje soustředit se na fyzikální podstatu soustav a řešit mnohem zajímavější úlohy než jim poskytuje tradiční způsob výuky. Nejsou přitom nijak omezováni svými nedostatečnými znalostmi matematiky.

Matematické modelování studentům usnadňuje hlubší pochopení učební látky, neboť podporuje jejich samostatné tvůrčí uvažování a zkoumání. Pedagogický výzkum prokázal, že chybné představy, které si žáci již od dětství o fyzikálních jevech mnohdy vytvářejí, tradičnímu způsobu výuky fyziky často vzdorují, a to i při mimořádné kvalifikaci a snaze učitele [3]. Ve prospěch modelování svědčí výsledky tzv. konceptuálních testů zaměřených na skutečné pochopení fyzikálních zákonitostí a nikoliv jen na jejich mechanické naučení. Při těchto testech běžně selhávají i ti žáci, kteří při tradičním způsobu hodnocení excelovali.

Naznačený multidisciplinární způsob modelování studentům poskytuje jednotný pohled na reálný svět a umožňuje jim respektovat užitečné i nežádoucí jevy z různých energetických

domén, které se v reálných fyzikálních soustavách současně uplatňují. Učitelům fyziky to pak dovoluje efektivněji využívat hodinovou dotaci určenou pro jejich výuku.

### Literatura

1. POPBL – *School Science Teaching by Project Orientation – Improving the Transition to University and Labor Market*. SAS6-CT-2006-042936
2. MANN H. a kol.: *Automatizace projektování dynamických soustav*. Dům techniky ČSVTS, Praha 1986.
3. DVOŘÁK L. a kol.: *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe? Příručka pro učitele*. MATFY-ZPRESS Praha 2008.
4. <http://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/NPVII/PriruckaProUcitele.pdf>
5. LEPIL O., SVOBODA E.: *Příručka pro učitele fyziky na střední škole*. Prometheus 2007.
6. HESTENES D.: *Notes for a modeling theory of science, cognition and instruction*. Proc. GIREP Conf. 2006, Amsterdam, str. 34-65,
7. MANN H.: *Využití počítače při elektrotechnických návrzích*. SNTL/ALFA, Praha 1984.
8. MANN H.: *Teorie strojních soustav II*. Ediční středisko VUT v Brně, 1990.
9. Software DYNAST s dokumentací ke stažení, sbírka příkladů řešitelných i po Internetu a kurz fyzikálního modelování jsou na <http://virtual.cvut.cz/dyn/fyzika>
10. MANN H., ŠEVČENKO M.: *Snadné počítačové modelování dynamických soustav*. ČVUT, Praha 2008.

### Kontaktní adresa

Doc. Ing. Heřman Mann, DrSc.  
ČVUT, Fakulta elektrotechnická  
Technická 2, 166 27 Praha 6  
Telefon: +420 605 586 485  
E-mail: mannherm@fel.cvut.cz

### Physlety a jejich využití ve výuce fyziky

Pavel MASOPUST

#### Abstrakt

Animace v hodinách fyziky mohou být velmi vhodným pomocníkem někdy náročného fyzikálního výkladu a řešení příkladů. Důkladná diskuze získaného řešení by měla být součástí každého vyřešeného příkladu. Pokud výsledky vyřešeného příkladu animujeme, můžeme nejen detailně prozkoumat vlastnosti řešení (míru závislosti na vstupních veličinách, tvar funkcí, apod.), ale připravíme i něco co obvykle studenty baví a motivuje. Použijeme-li předpřipravené Physlety (<http://webphysics.davidson.edu/applets/applets.html>), můžeme s minimální znalostí programování připravit vlastní fyzikální animace a další vizuální obsah.

### Physlets in physics education

#### Abstract

Physlets are great way to prepare physical animations and other visual content. Lots of physlets are to be found on <http://webphysics.davidson.edu/applets/applets.html> and can be used as-is without further modifications. Animations can help teachers with more difficult part of physics and also motivate students to solve physics exercises.

Učitelé často narazí na problém, jak přiblížit výsledky počítaných příkladů studentům. Nebylo by jistě správné věnovat čas vyřešení příkladu a odbýt zevrubnou analýzu získaného výsledku. Této činnosti výborně poslouží vizualizace řešení na počítači. S výsledkem příkladu si lze „pohrát“ – co se asi stane, změníme-li hodnotu této konstanty, co se stane, bude-li např. tvar působící síly jiný apod.

Jistá nechuť k důkladnému studiu někdy složitým způsobem získaného řešení může být i neznalost postupů jak počítače k vizualizaci výpočtů využít a samou vizualizaci usnadnit.

Jako první možnost se nabízí využití toho, co již „všichni“ na počítačích nainstalováno mají, tedy tabulkových procesorů (Excel, OpenOfficeCalc, ...). Tento postup je jistě možné využít, blíže např. v [1]. Tabulkové procesory umí počítat zadané vzorce, kreslit grafy apod. Na problém ovšem narazíme, pokud nechceme zobrazit pouze statický výsledek, ale animaci – pohyb. Ačkoli existují postupy jak animování v tabulkovém procesoru provést, nemusí výsledek vždy vyhovovat. Též je zde potřeba ovládat programování maker tabulkových procesorů, což již nepatří mezi základní znalost každého uživatele.

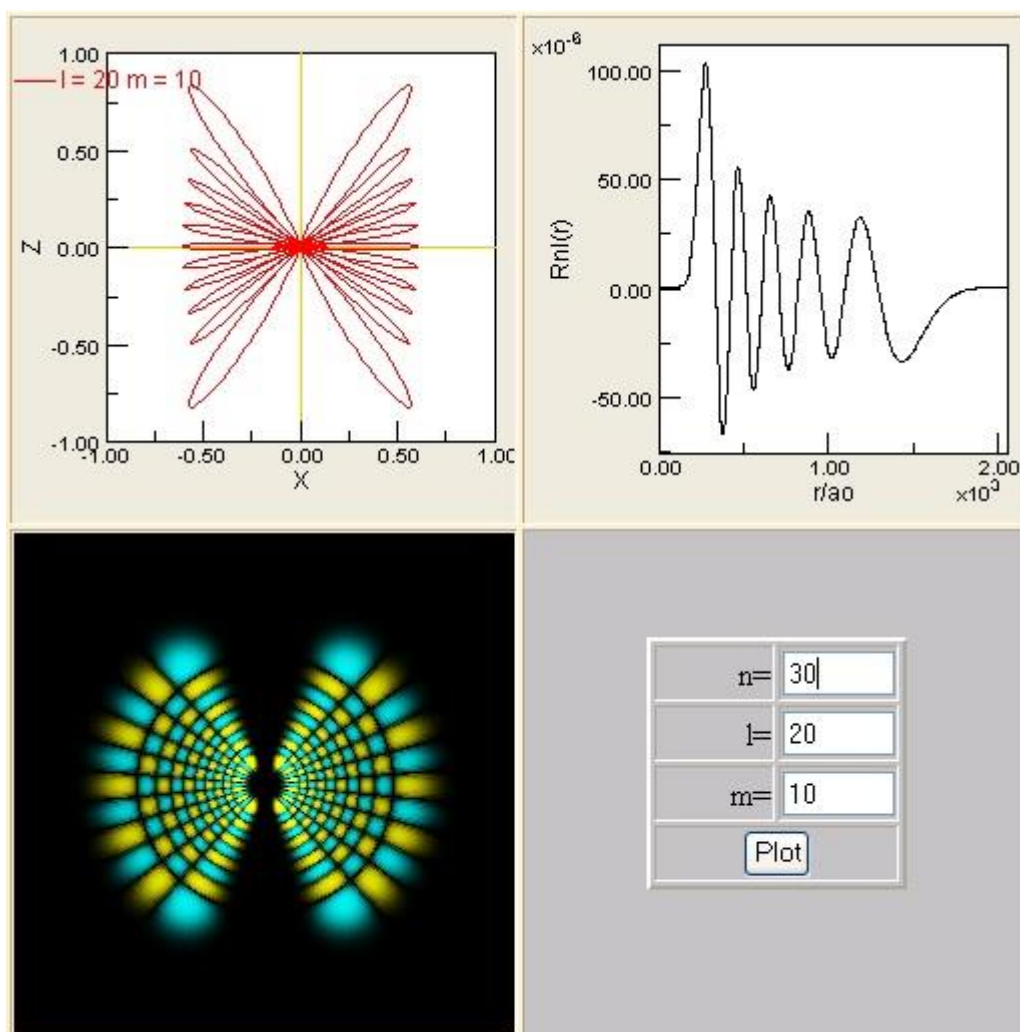
Jako další nás asi napadne použít existující matematický software (Mathematica, Maple, Matlab, ...). Zde lze jako nevýhodu uvést nákladnost takovýchto profesionálních řešení (ač lze využít výhodnějších EDU-licencí). Další překážkou může být složitost ovládání takovýchto programů vyplývající z jejich komplexnosti.

Co si tedy něco naprogramovat sám? Toto může mylně působit jako nejobtížnější varianta. Kde začít? Kudy se do tvorby fyzikálního obsahu pustit? Nejlépe by asi bylo využít již existující a pro potřeby učitelů fyziky navržené řešení. Tím jsou právě Physlety.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

Physlet je složenina slov Physics a applet. Aplety (malé programy, které jsou schopné běhu v prostředí běžného www prohlížeče) je možné použít na všech systémech, pro které je k dispozici JAVA runtime (MS Windows, Linux, Mac, ...). Sám Physlet se pak tváří jako jakákoli jiná část www stránky a uživatel k němu může přistupovat bez instalace dalšího SW (kromě JAVA runtime).

Jedná se o systém vyvinutý na Davidson College v Severní Karolíně. Autor (a mnoho dalších z celého světa) poskytuje základní JAVA třídy usnadňující přípravu vlastního fyzikálního obsahu. Například autor zpřístupnil objekt Animator, který umožňuje vykreslování na obrazovku. My jako autoři Physletu nemusíme řešit problematiku vykreslování základních objektů na obrazovku, různá rozlišení obrazovky, to pro jaký systém Physlet programujeme atd. Dalším příkladem by bylo využití volně dostupné třídy Hydrogenic, která umožní vykreslování hustoty pravděpodobnosti výskytu elektronu v atomu vodíku.



### Základní kostra Physletu

Základní kostra physletu může mít tuto podobu:

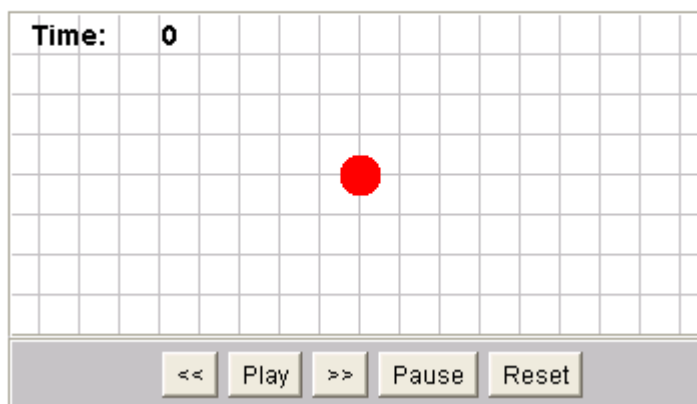
```

<html>
<head>
<title>První physlet  pohyb hmotného bodu </title>
<script language="JavaScript" >
function inicializuj(){
document.ancestor.setAutoRefresh(false) ;
document.ancestor.setDefault();
document.ancestor.setPixPerUnit(5);
document.ancestor.setGridUnit(4);
id1=document.ancestor.addObject("circle", "x=0, y=0,r=10"
);
document.ancestor.setRGB(id1, 255, 0, 0) ;
document.ancestor.setTrajectory(id1, "4*t", "0"); //pohyb po
ose x rychlostí 4 jednotky_delky/jednotky_casu
document.ancestor.setAutoRefresh(true);
}
</script>
</head>
<body bgcolor="#FFFFFF" onload="inicializuj()" >
<h3 >První physlet pohyb hmotného bodu </ h3 >
<applet codebase="." code="animator4.Animator.class"
archive="Animator4.jar,STools4.jar"
align="baseline" width="350" height="200" id="animator"
name="animator">
<param name="FPS" value="10" >
<param name="dt" value="0.1" >
<param name="showControls" value="true" >
</applet>
</body>
</html>

```

Jedná se o kód HTML stránky, která se zobrazí jako

### První physlet, pohyb hmotného bodu



Autor objektu animátor za nás vyřešil problematiku posuvu animace, tlačítka Play, Pause a Reset a vlastní zobrazení celého prostoru pro animaci do webové stránky. Samo vložení objektu pro zobrazení fyzikálního obsahu je provedeno kódem

```
<applet codebase="." code="animator4.Animator.class"
archive="Animator4.jar,STools4.jar"
align="baseline" width="350" height="200" id="animator"
name="animator">
<param name="FPS" value="10" >
<param name="dt" value="0.1" >
<param name="showControls" value="true" >
</ applet>.
```

Blok kódu říká, že chceme vložit objekt Animator s šířkou 350 bodů a výškou 200 bodů, bude zobrazovat 10 snímků za sekundu (FPS), integrovat s časovým krokem 0,1 s a budou zobrazeny ovládací prvky.

Přidání červeného kruhu provede kód `id1=document.animator.addObject("circle", "x=0, y=0,r=10");document.animator.setRGB(id1, 255, 0, 0);`

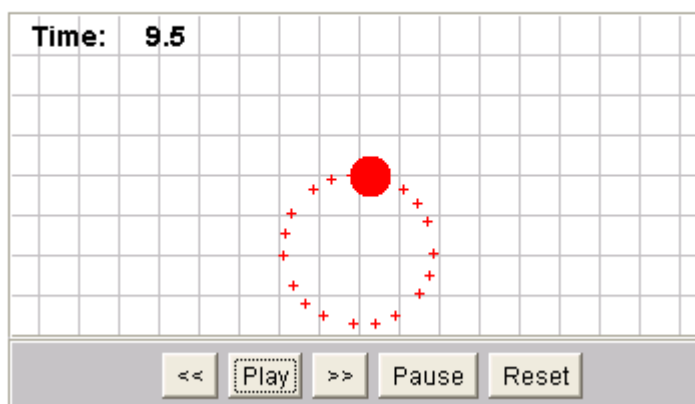
Kód `document.animator.setTrajectory(id1, "4*t", "0");` //pohyb po ose  $x$  rychlostí 4 jednotky\_delky/jednotky\_casu rozpožhuje červený kruh rychlostí 4 jednotky času za jednotku délky ve směru osy  $x$  a nulovou rychlostí ve směru osy  $y$ .

Tímto způsobem je možné zobrazit na obrazovce základní typy pohybů – stačí měnit parametry volání funkce `.SetTrajectory`.

Pokud bychom nechtěli zadávat přímo tvar funkce, podle které se má hmotný bod pohybovat, mohli bychom použít volání funkce `document.animator.setForce(id1, "2*vy", "-2*vx", 0, 0, 15, 0);` a stanovit tak tvar síly, která na hmotný bod působí. V tomto případě by působila síla v ose  $x$  o velikosti dvojnásobku  $y$ -ové složky aktuální rychlosti a ve směru osy  $y$  o velikosti záporně vzatého dvojnásobku  $x$ -ové složky aktuální rychlosti. Hmotný bod by se pohyboval po kruhové trajektorii (obdoba částice, která vlétla kolmo k magnetickým indukčním čarám, kdy je magnetická indukce kolmá k nákresně).

Výsledek je pak

### První physlet, pohyb hmotného bodu



Hmotný bod zanechává na své trajektorii křížky, toto zabezpečí volání `document.animator.setTrail(id1, 200); document.animator.setFootPrints(id1, 5);`

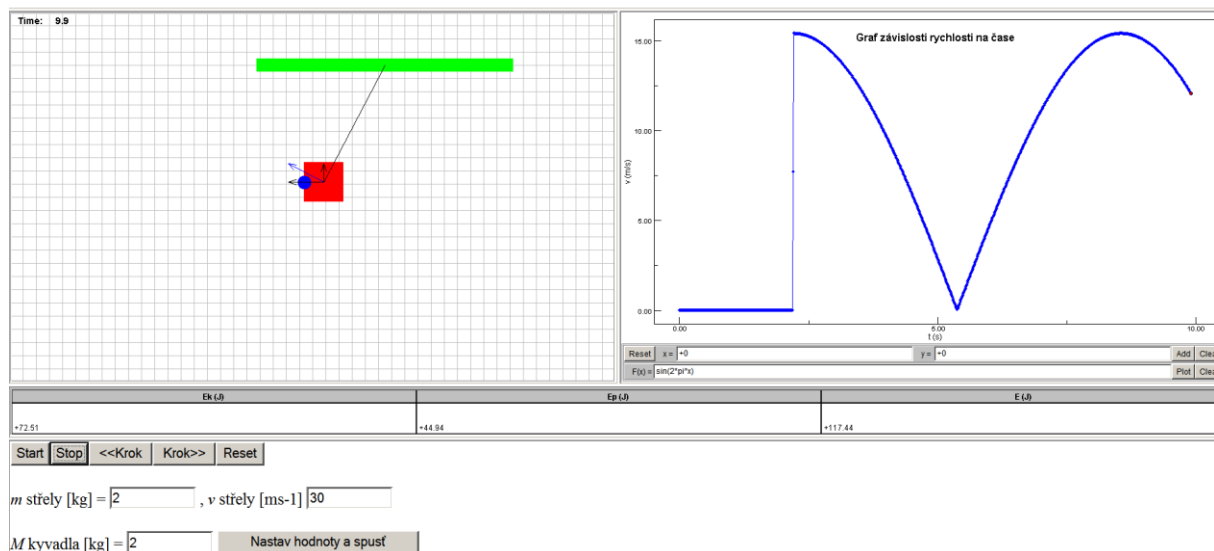


## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

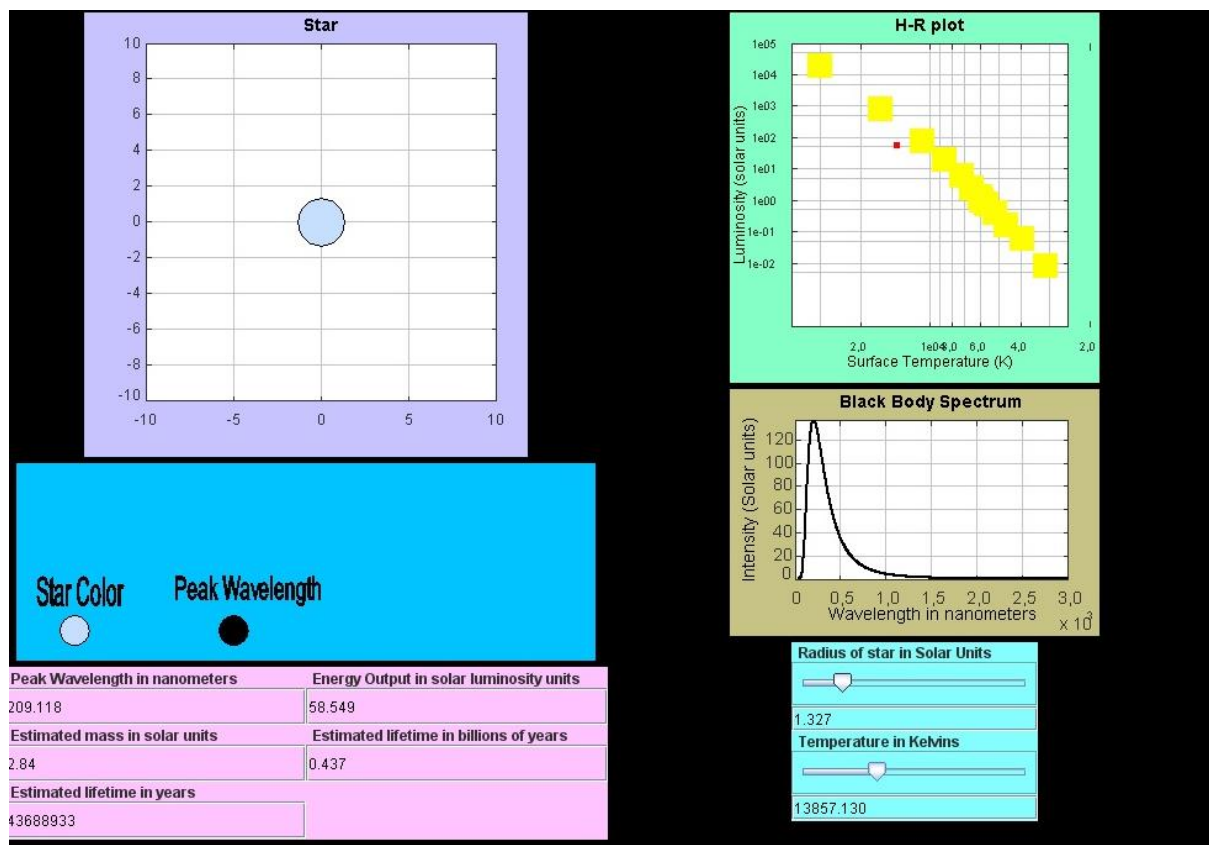
Bez dalšího uvádění kód uvedeme, že k existujícím ukázkám je velmi snadné zobrazit graf, která bude zobrazovat časové průběhy zvolených veličin hmotného bodu (rychlosti, kinetické energie, ...).

Hotový Physlet balistického kyvadla pak může vypadat jako

Physlet - balistické kyvadlo



Physlety se ovšem dotýkají i ostatních oblastí fyziky než zatím diskutované mechaniky. Již jsme ukazovali Physlet vodíkového atomu, další ukázkou může být Physlet Hertzsprungova-Russellova diagramu:



Ovládnutí tvorby Physletů je oproti programování fyzikálních animací značně snazší, stačí si osvojit základy JavaScriptu. Autoři základních Physlet objektů (Animátor, Chart, Hydrogenic) nám práci významně usnadnili provedením základních programovacích úkonů (kreslení na obrazovku, numerické integrace, volby jednotek, grafy, ...).

Další informace o Physletech lze nalézt přímo na stránkách organizace kde vznikly [1], česky pak například v [2].

### Literatura:

1. CHRISTIAN, W.: Physlet Homepage. 2005, [Online], [cit. 2012-10-5]. Dostupné na WWW: <<http://webphysics.davidson.edu/applets/applets.html>>
2. MASOPUST, P.: Vytváření výukových modelů z vybraných oblastí teoretické fyziky a jejich využití ve vyučování fyziky. Plzeň, 2011. Disertační práce (PhD.), Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, Katedra obecné fyziky. Dostupné také z WWW:
3. <[http://portal.zcu.cz/wps/PA\\_StagPortletsJSR168/KvalifPraceDownloadServlet?typ=1&adipidno=49199](http://portal.zcu.cz/wps/PA_StagPortletsJSR168/KvalifPraceDownloadServlet?typ=1&adipidno=49199)>

### Kontaktní adresa

PhDr. Pavel Masopust, Ph.D.  
Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, oddělení fyziky  
Klatovská 51, 306 14 Plzeň  
Telefon: +420 377 636 315  
E-mail: pmasop@kmt.zcu.cz

### **Grafický záznam řešení fyzikálních úloh – zkušenosti ze základní školy**

Václav MEŠKAN

#### **Abstrakt**

Nedílnou součástí výuky fyziky na všech stupních škol je řešení početních úloh. Při řešení obtížnějších problémových úloh na základní škole ovšem naráží učitel často na obtíže způsobené nerovnoměrně rozvinutým abstraktním myšlením jeho žáků, díky kterému jsou někteří z nich při využití tradičního matematického zápisu značně limitováni. Praxe ukazuje, že žákům lze výrazně pomoci využitím vhodného grafického znázornění, které jim pomáhá zaznamenávat a sledovat analyticko-syntetické postupy řešení obtížnějších úloh. To jim umožňuje lépe porozumět matematickému zápisu řešení úloh a učitelé umožňuje řešit obtížnější úlohy.

### **Graphical representation of solving of physical problems – experience from a primary school**

#### **Abstract**

An important part of teaching of physics at elementary school is solving of numerical problems. In solving of more difficult tasks teachers often face obstacles caused by unequal level of abstract thinking of pupils as some of the pupils are considerably limited in using of abstract mathematical notation. As the praxis shows, the way to help them is implementation of appropriate graphical representation of the solution which enables the pupils to record and observe their analytical-synthetic processes of solving more difficult problems and thus it helps them to understand better the mathematical notation of the solution which enables the teacher to assign and solve harder tasks.

#### **Úvod**

Řešení početních úloh při vyučování fyziky na základní škole bývá často z důvodu obtížnosti pro žáky zredukováno pouze na aplikaci základních vztahů spočívající v dosazení známých hodnot bez nutnosti další analýzy. Protože je ale řešení problémových početních úloh za nedílnou součást vyučování fyziky s významnou vazbou na další rozvoj žáků a jejich kompetencí, je vhodné hledat cesty, jak žáky k řešení těchto úloh vychovávat a vést je ke správnému matematickému zápisu se kterým mají díky vysoké míře abstrakce žáci základní školy potíže.

Praxe ukazuje, že významnou pomocí při řešení obtížnějších úloh je využití vhodného grafického záznamu, který umožňuje „zviditelnit“ myšlenkové procesy vedoucí k vyřešení problému, čímž umožní žákům lépe sledovat postup řešení a lépe se soustředit na jednotlivé kroky. V tomto článku chci především představit dosavadní praktické zkušenosti s využitím „myšlenkových map“ při řešení fyzikálních úloh ve vyučování fyziky na fakultní základní škole.

### Myšlenkové mapování

Autorem myšlenkového mapování je americký psycholog Tony Buzan [1][2]. Myšlenková mapa představuje grafickou reprezentaci myšlenkových procesů a současně může znázorňovat vazby mezi pojmy (obdobně jako starší nástroj pojmové mapy, jehož autorem je J. Novak [3][4]). Myšlenková mapa umožňuje znázornit proces řešení problému způsobem, který je pro lidský mozek přirozený a přívětivý a který umožňuje využít maximum jeho potenciálu.

Využití myšlenkových map ve vyučování spočívá ve znázornění asociací mezi pojmy, které pomáhají vytvořit novým pojmům vztahový rámec a propojení v paměti se stávajícími informacemi. Tím dochází k snazšímu zapamatování a zpětnému vybavování informací. Myšlenková mapa tak může být s úspěchem aplikována při prezentaci učiva či shrnutí určitého tematického celku, ale může být rovněž sloužit k diagnostice znalostí, kdy žáci myšlenkovou mapu vybrané látky sami vytvářejí nebo je jim předložena „slepá mapa“, do které vpisují pojmy a zakreslují nové větve.

Zajímavé využití ovšem nabízejí myšlenkové mapy rovněž při řešení početních úloh, což je předmětem tohoto příspěvku.

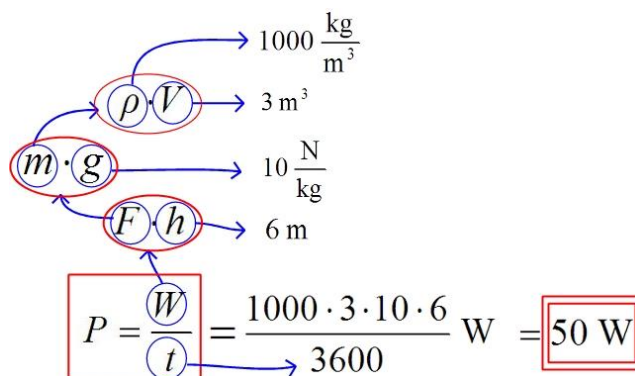
### Grafický záznam řešení úloh

Přednost mapování spočívá v názorném zobrazení analyticko-syntetického myšlenkového postupu při řešení problému. Použití grafického diagramu ve formě mapy nenahrazuje matematický zápis, ale způsobem, který je pro dětskou mysl „stravitelnější“ umožňuje žáky vychovávat ke správnému zaznamenávání postupu řešení pomocí abstraktního matematického zápisu.

Příklad obtížnější úlohy, u které je nutné provést analýzu původního vztahu a k nalezení řešení úlohy provést několik kroků je: „V popisu oběhového čerpadla je uvedeno: Výkon  $3 \text{ m}^3/\text{hod}$  při maximální dopravní výšce  $6 \text{ metrů}$ . Určete z těchto údajů výkon čerpadla ve *wattech*.“ Úloha je řešena na základě zjednodušené úvahy, že výkon čerpadla odpovídá celkové změně polohové energie vody za jednotku času:

$$\begin{aligned}P &= \frac{W}{t} \\P &= \frac{F \cdot h}{t} \\P &= \frac{m \cdot g \cdot h}{t} \\P &= \frac{\rho \cdot V \cdot g \cdot h}{t} \\P &= \frac{1000 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 6}{3600} \text{ W} \\P &= \underline{\underline{50 \text{ W}}}\end{aligned}$$

Grafický záznam řešení pomocí mapy je uveden na obrázku 1:



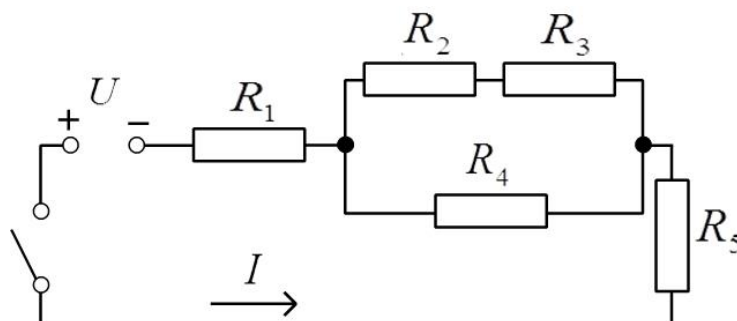
Obr. 1: Grafické znázornění řešení úlohy.

Na obrázku je uvedena konečná mapa včetně řešení úlohy. Není zde uvedeno obecné řešení, které na úrovni základní školy většinou vynecháváme.

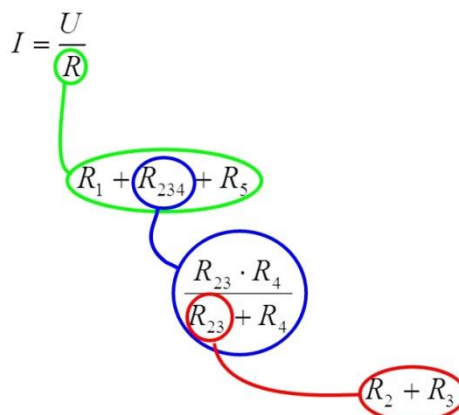
Důležité je, že žák nevidí hotovou mapu, ale je svědkem jejího vzniku, v lepším případě je přímo jejím autorem. Při řešení postupujeme od základního vztahu, který postupně rozvíjíme až do okamžiku, kdy pro všechny uvedené veličiny známe číselnou hodnotu. Poté je možné vrátit se „proti směru“ zpět a hodnoty postupně dosadit do původního vztahu.

Konkrétní grafická podoba mapy je zcela individuální, ale je vhodné ustálit se na jedné, na kterou si žáci zprvu zvyknou.

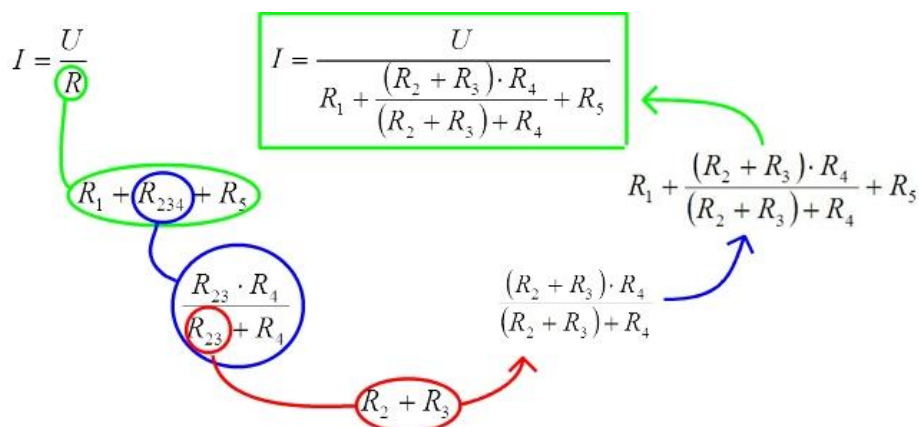
Jiný příklad mapy řešení je uveden na obrázku 3. Jde o úlohu, jejímž cílem je nalézt obecné řešení pro hodnotu celkového proudu protékajícího obvodem podle obrázku 2.



Obr. 2: Zadání úlohy.



Obr. 3: Řešení elektrického obvodu pomocí mapy.



Obr. 4: Předchozí mapa dovedená do obecného řešení úlohy.

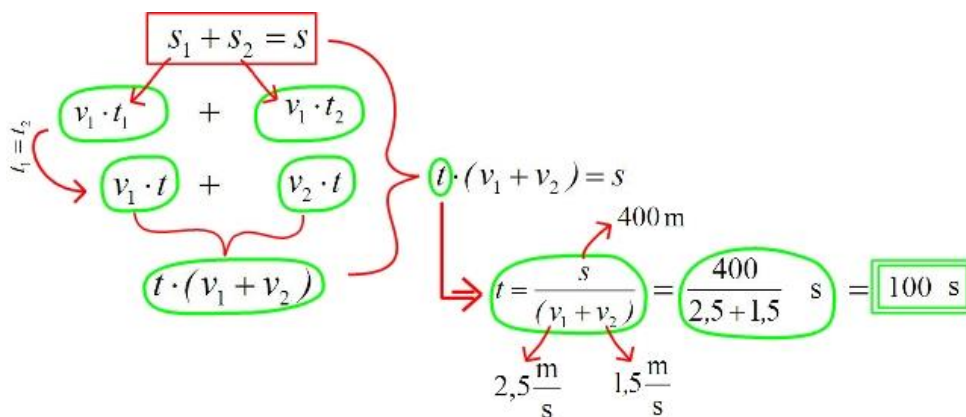
Grafický záznam nemusí vést až ke konečnému řešení, protože význam mapy spočívá především v úvodní analýze, po které je možné pokračovat tradičně více méně rutinním mechanickým postupem.

Jsou-li žáci seznámeni s takovýmto způsobem grafického záznamu řešení úloh, může zadání úlohy spočívat například v tom, že učitel předloží mapu řešení a žáci mají za úkol jí „přepsat“ pomocí matematického zápisu nebo naopak. A konečně, příklad je možné zadávat formou: „Vyhřeš úlohu a nakresli mapu řešení“.

### Zkušenosti ze základní školy

V tomto příspěvku se chci zaměřit především na dosavadní praktické zkušenosti získané při experimentální výuce fyziky na fakultní základní škole. Myšlenkové mapy zde využívám ve vyučování fyziky nepravidelně ve všech ročnících druhého stupně třetím rokem. Při použití myšlenkových map jako grafického zaznamenávání řešení úlohy lze stanovit tři různé přístupy:

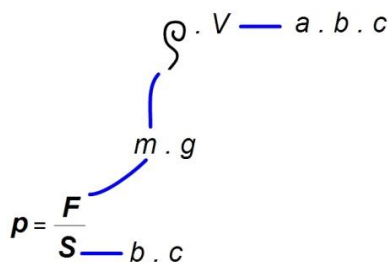
1. První přístup představuje nahrazení tradičního matematického zápisu pomocí mapy, která je v tomto případě dovedena až ke konečnému řešení. Tím se ovšem stává často poněkud nepřehlednou. Tento způsob se proto v praxi příliš neosvědčil. Ukazuje se jako samoúčelný a žáci jsou v takovém případě také spíše zmatení. Příklad „kompletní“ mapy je uveden na obrázku 5. Zadání úlohy zní: „Jana a Petr trénují na atletické dráze stadionu o délce 400 m. Jana běží rychlostí  $2,5 \frac{m}{s}$ , Petr  $1,5 \frac{m}{s}$ . Za jak dlouho se potkají, jestliže vyběhají ze stejného místa opačným směrem?“



Obr. 5: Kompletní řešení úlohy o pohybu pomocí mapy.

2. Mapa slouží pouze při úvodní analýze problému, po kterém následuje tradiční řešení pomocí matematického zápisu. Takový postup umožňuje provést přehledný rozbor problému a nastínit strukturu dalšího řešení. Samotné řešení úlohy se nijak neliší od tradičního postupu. Tento úvodní rozbor zpravidla provádí učitel společně se žáky v okamžiku, kdy se setkají s novým problémem či typem úloh.

Příkladem je diagram uvedený na obrázku 6, který představuje úvodní rozbor úlohy na výpočet tlaku způsobeného betonovým kvádrem. Další údaje by mapu učinily nepřehlednou. Po této počáteční analýze je úloha řešena tradiční cestou.



Obr. 6. Rozbor úlohy pomocí diagramu – mapy.

3. Poslední přístup je kombinací obou zmíněných. Výchozí vztah je postupně rozvíjen až do chvíle, kdy je každá větev ukončena číselnou hodnotou a zbývá pouze jediná neznámá veličina (obr. 7–11).

**Zadání:** Ledová kra o objemu  $100 \text{ m}^3$  plove v oceánu. Urči, jak velká část kry je ukryta pod hladinou. Hustota mořské vody je  $1020 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , hustota ledu je  $900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

Řešení úlohy vychází z úvahy o rovnosti tíhové a vztlakové síly působící na kru. Následuje postupná analýza úlohy.

$$m \cdot g = F_G = F_{VZ}$$

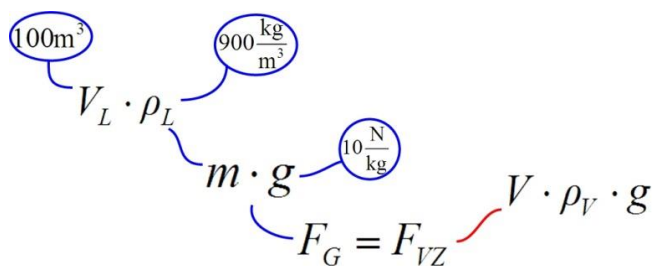
Obr. 7.

$$V_L \cdot \rho_L = m \cdot g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

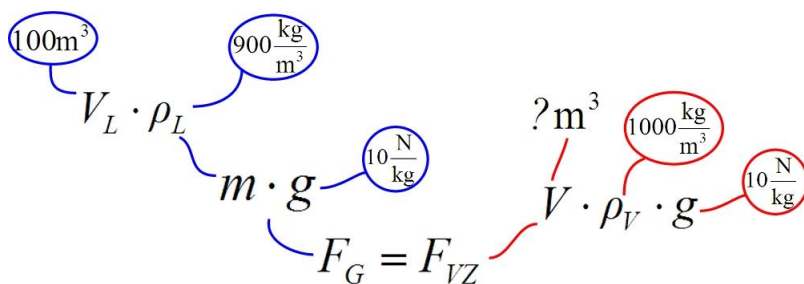
Obr. 8.

$$100 \text{ m}^3 \cdot 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = m \cdot g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

Obr. 9: Mapa na levé straně rovnice je ukončena – každá větev je zakončena číselnou hodnotou.



Obr. 10

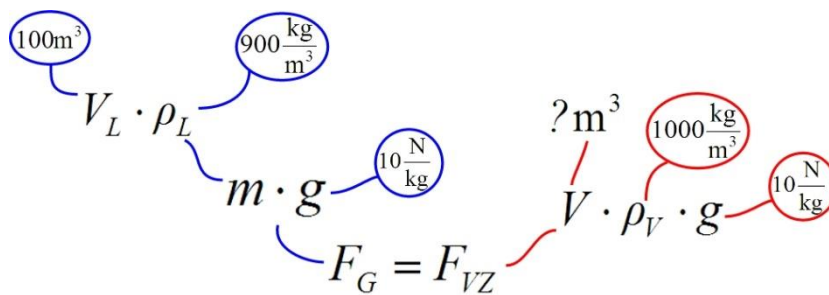


Obr. 11: Mapa je dokončena – všechny větve jsou zakončeny známou číselnou hodnotou až na jednu jedinou neznámou hodnotu, kterou v tomto případě představuje objem ponořené části kry.

V této chvíli je mapování ukončeno a následuje druhá fáze, která může probíhat dvěma způsoby:

A) Řešitel postupuje od začátku mapy a postupně přepisuje jednotlivé kroky pomocí tradičního matematického zápisu. Tento postup je velmi cenný tím, že rozvíjí u žáků schopnost zaznamenávat své myšlenky pomocí matematického zápisu.

Výsledný záznam řešení tedy vypadá takto:



---


$$F_G = F_{VZ}$$

$$m \cdot g = V \cdot \rho_V \cdot g$$

$$V_L \cdot \rho_L \cdot g = V \cdot \rho_V \cdot g$$

$$100\text{m}^3 \cdot 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = V \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$V = \frac{900000}{10000} \text{m}^3$$

$$\underline{\underline{V = 90\text{m}^3}}$$

Obr. 12: Řešení úlohy včetně grafického záznamu.



Pro talentovanější žáky by bylo možné namísto čtvrtého řádku matematického zápisu uvést obecné řešení úlohy a následně teprve do něho dosadit známé hodnoty z mapy.

B) Řešitel začíná od koncových větví hotové mapy tím, že rovnou sepíše známé hodnoty veličin. Vztah mezi jednotlivými veličinami je nutné „vyčíst“ z mapy. Tímto postupem odpadají první tři řádky zápisu, čímž nedochází ke zdvojení postupu řešení. Žáci se ovšem snáze ztrácí a odpadá výchovný vliv v podobě „tréninku“ matematického zápisu. Tento zkrácený postup lze někdy volit z organizačních důvodů.

Třetí představovaný způsob využití grafických záznamů při řešení úloh je velice zajímavým doplňkem tradiční metodiky řešení fyzikálních úloh a představuje ucelený systém, který si žáci snadno osvojují.

Důležitou předností využití myšlenkových map je především to, že při tvorbě mapy žáci sledují pouze jednu větev, kterou postupně rozvíjí a mohou se tedy soustředit výhradně na jednu konkrétní myšlenku. Tradiční matematický zápis toto neumožňuje!

### Experiment

Dosud bohužel nebyla provedena exaktní výzkumná sonda zkoumající účinnost této metody grafického záznamu řešení úloh na větším vzorku žáků. Zda používání myšlenkových map vede k lepšímu porozumění řešení obtížnějších úloh, jsem testoval ve vlastní výuce jednoduchým experimentem. Ve třech třídách sedmého ročníku a dvou třídách devátého ročníku jsem zadal sadu čtyř početních úloh. V jedné experimentální třídě sedmého ročníku a jedné třídě devátého ročníku jsem v hodině předcházející experimentu provedl instruktáž řešení obdobných úloh s využitím grafického záznamu myšlenkovou mapou a při řešení testu byli žáci rovněž nabádáni, aby mapování využívali. V ostatních třídách žáci úlohy v testu i v předcházejících hodinách řešili tradičním způsobem. Závěr tohoto experimentu nelze považovat za statisticky významný, přesto výsledky naznačují pozitivní hodnotu tohoto inovativního metodického postupu. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1, ze které je patrné, že žáci experimentálních tříd byli oproti třídám kontrolním v obou případech úspěšnější.

<b>7. ročník</b>		
	Počet žáků	Průměrný počet bodů (max. 20)
Experimentální skupina	24	12,5
Kontrolní skupina	49	8
<b>9. ročník</b>		
	Počet žáků	Průměrný počet bodů (max. 20)
Experimentální skupina	20	11
Kontrolní skupina	15	6

Tab. 1: Výsledky experimentu.

### Závěr

Dosavadní praktické zkušenosti s využitím myšlenkových map při řešení obtížnějších kvantitativních úloh při vyučování fyziky na základní škole naznačují pozitivní přínos této zajímavé metodické inovace. Žáci řešení úloh lépe rozumí, což umožňuje učiteli zadávat i obtížnější úlohy, které bývají na základních školách tradičně zanedbávány. Žáci nejsou odra-

zování neúspěchem při řešení obtížných příkladů, které vyžadují vysokou míru abstrakce a jsou tím více motivováni k dalším výkonům. Všem svým kolegům, kteří budou chtít tento nástroj ve své výuce využívat, budu velice vděčný za případné připomínky a náměty.

### Literatura

1. BUZAN, T. *Make the most of your mind*. 2. vyd. London: Pan Books Ltd, 1988. ISBN 0-330-30262-0.
2. BUZAN, T. *Mentální mapování*. 1. vyd. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-200-3.
3. NOVAK, J. *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept maps as facilitative tools for schools and corporations*. 1. vyd. Mahwah, N. J.: Lawrence Erlbaum & Assoc, 1998.
4. CAÑAS, A., NOVAK, J. *Constructing your First Concept Map*. [online] dostupné z <http://cmap.ihmc.us/docs/ConstructingAConceptMap.html> [cit. 16.03.2013].

### Kontaktní adresa

PhDr. Václav Meškan  
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Pedagogická fakulta  
Katedra aplikované fyziky a techniky  
Jeronýmova 10  
371 15 České Budějovice  
E-mail: meskan@pf.jcu.cz

### Projektová výuka na SŠ a VŠ – fotokatalýza

Vladislav NAVRÁTIL, Jindřiška SVOBODOVÁ

#### Abstrakt

Není sporu o tom, že v současné době, charakterizované klesajícím zájmem mladé generace o přírodní vědy, zejména fyziku a chemii, hraje významnou roli motivace. Ta se týká všech žáků, počínaje základní školou, až po školy vysoké. Předložená práce může sloužit jako inspirace pro projektovou práci z oblasti na rozhraní fyziky a chemie [1] a týká se fotokatalýzy a některých příbuzných oblastí (např. povrchového napětí kapalin).

### Project tuition at secondary schools and universities

#### Abstract

There is no doubt that in present times characterised by decreasing interest of young generation in physics and chemistry, plays an important role motivation. It concerns all pupils, including students at universities. Our contribution can be an inspiration for project work in physics and chemistry [1]. It deals with photocatalysis and related topics (for example surface tension).

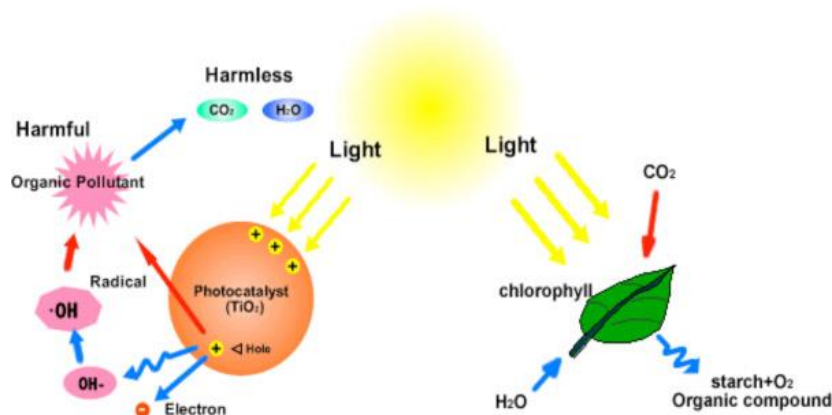
#### Úvod

Rozvoj fotokatalýzy je spojen zejména se jménem japonského profesora Fujishimy, který v roce 1967 ještě jako postgraduální student objevil následující jev: do vodného roztoku umístil titanovou a platinovou elektrodu a celou soustavu osvětlil silným světlem [2]. Pozoroval, že na obou elektrodách se objevují bublinky plynu (později bylo zjištěno, že na titanové elektrodě se vyvíjí kyslík a na platině vodík). Tento jev, označený jako „Honda–Fujishimův jev“ (H–F jev) byl zprvu přijat s nedůvěrou, kterou částečně podporovala i malá účinnost energetické konverze (0,3 %). Jako zdroj energie tento jev bude zřejmě zatím nepoužitelný, ovšem velmi brzy po objevu byly nalezeny oblasti, v nichž lze H–F jev s úspěchem využít. Zasloužili se o to kromě prof. Fujishimy zejména Dr. Hashimoto a Dr. Watanabe (rozklad nečistot, antibakteriální účinky, atd. – viz další části článku). Přehled všech možností je uveden v [3,4].

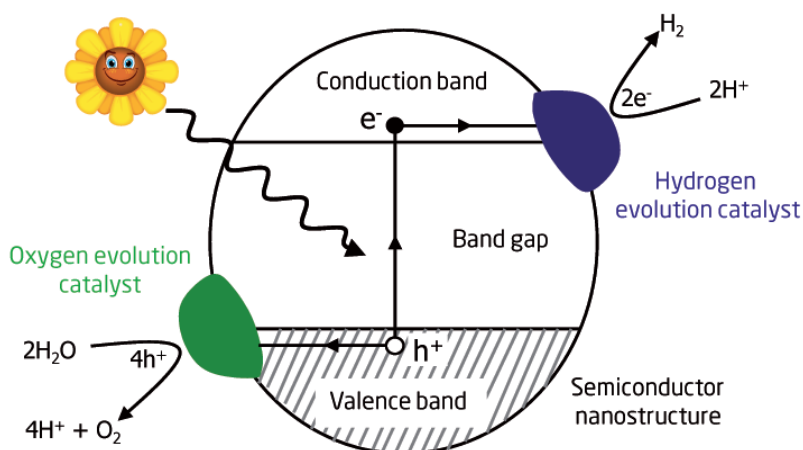
#### Mechanismus fotokatalýzy.

Již jsme uvedli, že fotokatalýza probíhá na povrchu polovodiče a má mnoho společných rysů s fotosyntézou (obr. 1). Polovodič se svým složením a fyzikálními vlastnostmi nejvíce blíží izolátorům. Obvykle jsou jako polovodiče označovány látky s pásem zakázaných energií nižším, než 3,2 eV. Je-li uvedený pás širší, hovoříme o izolátoru [5]. Z různých elementárních polovodičů a jiných látek s polovodivými vlastnostmi se pro fotokatalýzu nejlépe hodí oxid titaničitý  $\text{TiO}_2$ . Ozáříme-li polovodič světlem, jehož kvanta mají energii vyšší, než je šířka zakázaného pásu energií, dojde v něm ke vzniku páru díra – elektron (elektron ve vodivostním, díra ve valenčním pásu). Pokud nějaký vhodný akceptor nezachytí tyto defekty, dojde během několika nanosekund k jejich rekombinaci. V opačném případě se ukazuje, že

díry ( $h^+$ ) ve valenčním pásu působí jako oxidanty a elektrony ( $e^-$ ) ve vodivostním pásu jako resultanty. Na povrchu polovodiče tedy současně probíhají dvě reakce, jichž se účastní látky zde adsorbované [2] (obr. 2).



Obr. 1 Společné rysy fotokatalýzy a fotosyntézy [10]



Obr. 2 Fyzikální princip fotokatalýzy [4]

### Oxid titaničitý

Již bylo uvedeno, že oxid titaničitý se zatím jeví jako nejvhodnější polovodič pro fotokatalýzu. Existují i jiné oxidy s polovodivými vlastnostmi, které by též mohly sloužit k fotokatalytickým účelům (mají vhodnou šířku pásu zakázaných energií  $\Delta E$ ). Všechny však buď snadno podléhají korozi, nebo jsou chemicky nestabilní [7]. Dále podrobněji uvedeme základní vlastnosti  $TiO_2$ , jako zatím nejslibnějšího oxidu, vhodného pro fotokatalýzu. K pozitivním vlastnostem oxidu titaničitého patří zejména jeho fotostabilita, korozivzdornost, netoxičita, vysoká fotokatalytická aktivita a cenová dostupnost. Podobně výjimečné mechanické vlastnosti má ostatně i čistý titan v kovové formě (korozivzdornost, nízká hustota, vysoká pevnost a snášenlivost s lidskou tkání). Přestože je po hliníku a železe nejrozšířenějším kovem v zemské kůře, je v ní bohužel značně rozptýlen a téměř netvoří ložiska. Proto je čistý kovový titan zatím poměrně drahý.

Oxid titaničitý se v přírodě nachází ve třech modifikacích jako anatas, rutil a brookit. Anatas má strukturu tetragonální za nízkých teplot, rutil má tutéž strukturu za vysokých teplot. Brookit má strukturu ortorombickou.

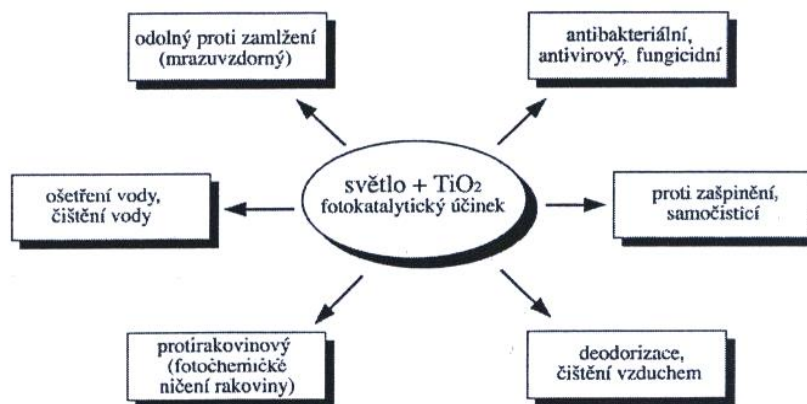
Nejvhodnější fotokatalytické vlastnosti má  $\text{TiO}_2$  ve struktuře anatasu. Je tomu tak proto, že šířka pásu zakázaných energií je pro anatas 3,23 eV, což odpovídá UV záření o vlnové délce 388 nm, zatímco pro rutil je šířka zakázaného pásu energií 3,02 eV a tomu odpovídající vlnová délka UV záření je 413 nm. Elektrony vzniklé v anatasu mají tedy větší redukční schopnost než elektrony v rutilu (mají vyšší energii).

Co se týká struktury, užívá se pro fotokatalytické účely oxid titaničitý ve dvou formách – ve formě suspenze bílého prášku a ve formě tenké vrstvy, nanesené na substrátu (např. na skle). Efektivita fotokatalýzy na tenké vrstvě je sice nižší, ale má lepší praktické využití, jak později zdůvodníme. Příprava fotoaktivních vrstev je v podstatě dvojitá:

- chemický způsob (tzv. metoda sol – gel) [7]
- fyzikální způsob (např. v nízkoteplotním plazmatu) [8]

### Využití fotokatalýzy.

Poněvadž účinnost procesu fotokatalýzy vody je po ozáření viditelným světlem pouze asi 0,3 %, je využití tohoto procesu pro energetické účely zatím neefektivní. Poměrně rychle však bylo nalezeno několik oblastí využití tohoto jevu a další možnosti nejsou ještě vyčerpány. Uvedme alespoň některé z nich (viz obr. 3).



Obr. 3 Stručný přehled využití fotokatalýzy v technické a environmentální praxi. [4]

### Ničení mikrobů a virů.

Již jsme uvedli, že na povrchu  $\text{TiO}_2$  může po ozáření UV světlem dojít k rozkladu organických látek. Těmito látkami mohou být nejen ropné produkty, tabákový dehet, ale i živé organické látky, jako jsou bakterie, viry, houby a plísně. Tak například je známo, že v nemocnicích se rozmnožují patogenní bakterie, odolné proti většině běžných antibiotik (např. *Staphylococcus aureus*). Tyto bakterie napadají zejména méně odolné a přestárlé pacienty. Proti mikrobům a virům byly vyvinuty oxidem titaničitým pokryté antimikrobiální dlaždice [4].

Praxe výroby těchto dlaždic je následující: na glazovanou dlaždici je nastříkána suspenze, obsahující jemný oxid titaničitý a poté vypálena při teplotě kolem 800 °C, takže dojde ke vzniku tenké vrstvičky  $\text{TiO}_2$  o tloušťce řádu mikrometrů. Trvanlivost takové vrstvičky je cca 10 let. Protože dlaždice, nacházející se v přítmí by neplnily svoji funkci, zdokonalili vědci technologii výroby dlaždic přidávkem kladně nabitých iontů stříbra či mědi. Roztok soli jednoho z těchto kovů se nastříká na povrch dlaždice s  $\text{TiO}_2$  a po ozáření UV světlem se velmi malé částice kovu pevně uchyťí na povrchu dlaždic. Fotokatalytická metoda uchycení atomů Ag či Cu na povrchu má výhodu oproti klasické metodě, ve které jsou kovy přimíchány do glazury a poté vypáleny v tom, že hustota atomů kovů na povrchu je mnohem vyšší (atomy uvnitř glazury se chemických reakcí pochopitelně neúčastní – obr. 4.). Zajímavým experimentálním faktem je, že fotokatalytické antibakteriální dlaždice mají velmi slibnou trvanlivost.

Při praktickém testování účinnosti této metody ve srovnání s klasickou chemickou dezinfekcí bylo zjištěno, že množství bakterií na fotokatalytických dlaždicích kleslo na nulu, zatímco po chemické dezinfekci vždy nějaké bakterie přežívají [3].

Fotokatalytické antibakteriální dlaždice jsou ideálním obkladem do sprch a na toalety. Bylo například zjištěno, že tvorba nepříjemně páchnoucího amoniaku na veřejných záchodcích poklesla trvale na 5krát nižší hodnotu.

### Samočisticí stavební materiály.

Stěny budov obložené kachlemi po čase ztrácejí svůj lesk a je potřeba je nákladně čistit. Usazeniny na stěnách jsou převážně organického původu a ukazuje se, že při použití fotokatalytických dlaždic je nutnost čištění nesrovnatelně nižší. Podobně jako na toaletách lze využít tyto dlaždice i v kuchyni, neboť kuchyňská odpadní voda obsahuje zejména organický odpad (obr. 5).

Fotokatalytický účinek tenké vrstvy  $\text{TiO}_2$  pozorujeme i na křemenném skle, kde je deponován. Na běžném sodnovápenatém skle je fotokatalytický účinek  $\text{TiO}_2$  velmi slabý. Zprvu byla jistým technickým problémem průhlednost vestvičky  $\text{TiO}_2$ , ale i ten se podařilo vyřešit. [4] Samočisticí se sklo se již využívá například u lamp, osvětlovacích tunelů, kde je čištění obzvláště obtížné. Oxidem titaničitým lze pokrýt i některé tvrdé organické látky a jeho funkce je stejná, jako v předcházejících případech (možnost využití např. v automobilovém průmyslu).

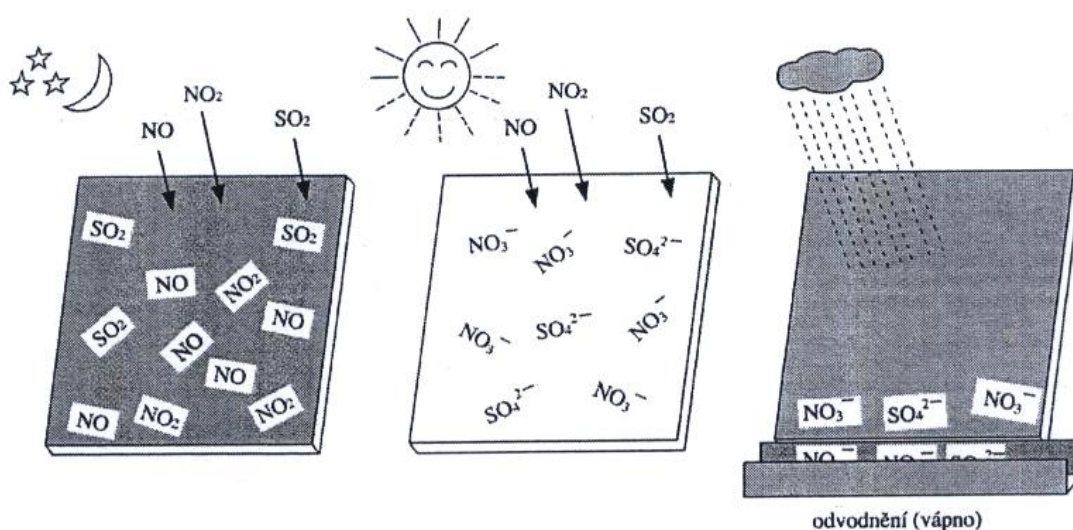


Obr. 4. Samočisticí povrchy  $\text{TiO}_2$  [4].

### Superhydrofilnost.

Hydrofobní materiály se vyznačují tím, že kapičky vody na nich mají velký kontaktní úhel (sklo  $\sim 20^\circ$ , plasty  $\sim 80^\circ$ ). Naopak hydrofilní materiály vykazují tento úhel velmi malý. Tenká vrstva, tvořená  $\text{TiO}_2$  vykazuje velikost tohoto úhlu několik desítek stupňů. Osvětíme-li je však UV světlem, úhel se zmenší až téměř na nulu (kapičky se rozplynou). V tomto případě se jedná o tzv. superhydrofilní stav, který takovým zůstává až dva dny, i když není vystaven UV paprskům. Potom se kontaktní úhel začíná zvětšovat a povrch se stane opět hydrofobním. Další ozáření UV paprsky opět nastolí superhydrofilní stav.

Využití tohoto jevu se přímo nabízí tam, kde nám vodní zamlžení nějakého objektu (zpětných zrcátek a čelních skel automobilů, zrcadel v koupelnách, apod.) ztěžuje nebo znemožňuje vidění.



Obr. 5 K možnosti fotokatalytického čištění vzduchu [4]

### Fotokatalytické čištění vzduchu.

Zvláštností fotokatalytické reakce na povrchu  $\text{TiO}_2$  je skutečnost, že energie, která je k dispozici pro chemické děje, odpovídá vnitřní energii při teplotě  $30\,000\text{ }^\circ\text{C}$  (ovšem ve velmi malém prostoru řádu rozměrů atomů až molekul, takže povrch  $\text{TiO}_2$  se na tuto teplotu neohřeje). Při takové teplotě dochází k okamžitému rozkladu organických látek na  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$ . V knize [4] je uvedena velmi názorná analogie, která tento děj přirovnává k odhození hořící zápalky do plaveckého bazénu. Oheň se uhasí okamžitě, ale teplota vody v bazénu se nezvýší. Pokud je ale v místě kontaktu např. komár, okamžitě shoří (komár = organická molekula). Protože fotokatalýza je proces kontinuální, je třeba tuto analogii doplnit představou, že zápalka stále hoří a pohybuje se po povrchu vody (fosforové zápalky tuto vlastnost mají), dokud na komára nenarazí. Spálí ho, ale nezhasne a pohybuje se dále.

Fotokatalytické čištění vzduchu je technicky nejvíce použitelné tam, kde se jedná o nízké koncentrace nepříjemně zapáchajících látek ve vzduchu (acetaldehyd, merkaptan, apod.).

Vzduch ve velkoměstech bývá zatížen velkým množstvím škodlivých plynů, jako je např.  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ , apod., pocházejících zejména z automobilových motorů, elektráren a tepláren. Tyto plyny mohou být rozloženy pomocí  $\text{TiO}_2$ , umístěného např. na stěnách budov



ve městech. Při takovém rozkladu však vznikají některé škodlivé produkty, jako je slabá kyselina sírová a dusičná. V tomto případě je řešení jednoduché – fotokatalyticky působící plochy jsou umístěny venku na stěnách a střeších budov a vzniklé produkty jsou spláchnuty deštěm (obr. 5.).

### Literatura

1. NAVRÁTIL, V., SOLDÁN, M.: *Univerzita v Roskilde – experiment ve vzdělávání*. Chemický občasník, PAIDO Brno, PdFMU, 6, (1992).
2. FUJISHIMA, A, HONDA, K.: *Electrochemical photolysis of water at a semiconductor electrode*. Nature 238 (1972) 37-38.
3. FUJISHIMA, A., RAO, T.N., TRYK, D.A.: *Titanium dioxide photocatalysis*. Journ. of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews 1 (2000) 1-21.
4. FUJISHIMA, A., HASHIMOTO, K., WATANABE, T.: *TiO<sub>2</sub> Fotokatalýza, základy a aplikace*. Silikátový svaz, Praha 2002.
5. HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J.: *Fyzika*. Vutium Brno, Prometheus, 2000.
6. HASHIMOTO, K., IRIE, H., FUJISHIMA, A.: *TiO<sub>2</sub> Photocatalysis: A Historical Overview and Future Prospects*. Japanese Journal of Applied Physics. Vol. 44, No 12, (2005), 8269 – 8285.
7. VESELÁ, M.: *Fotokatalytická aktivita tištěných vrstev oxidu titaničitého*. Diplomová práce, VUT Brno, Fakulta chemická, 2009
8. HOŠEK, T.: *Využití bariérových výbojů při přípravě foto-katalytických TiO<sub>2</sub> vrstev*. Bakalářská práce, MU Brno 2008.

### Kontaktní adresa

Prof. RNDr. Vladislav Navrátil, CSc.  
Katedra fyziky, chemie a odborné přípravy  
Pedagogická fakulta MU  
Poříčí 7  
603 00 Brno  
Tel: +420 549495753  
E-mail: navratil@ped.muni.cz

### Kontaktní adresa

RNDr. Jindřiška Svobodová, Ph.D.  
Katedra fyziky, chemie a odborné přípravy  
Pedagogická fakulta MU  
Poříčí 7  
603 00 Brno  
Tel: +420 549497096  
E-mail: svobodova@ped.muni.cz



### Akustika na SUPŠ

Petr NEZAVDAL

#### Abstrakt

Akustika je jedním ze základních oborů fyziky. V současnosti se výuka akustiky na středních školách dosti omezuje, protože na ní nezbývá příliš času. Je to správné? Co vše by mohla akustika dnes žákům nabídnout. Žáci naší školy studující obor Uměleckořemeslné zpracování dřeva mají v tomto výhodu. Budoucí konstruktéři hudebních nástrojů zkoumají tajemství akustiky z různých pohledů v samostatném předmětu Akustika. Učí se o fyzikální akustice, hudební akustice, elektroakustice či o fyziologické akustice.

### Acoustics in SUPŠ

#### Abstract

Acoustics is one of the basic physics domains. In these days the tuition of acoustic in secondary schools is reduced, because of lack of time. Is this correct? What we could acoustics today offered to pupils? Pupils at our school, students study art and woodworking have this advantage. Future designers of musical instruments explore secret acoustics from different perspectives as a separate subject Acoustics. They learn about physical acoustics, musical acoustics, electroacoustics or the physiological acoustics.

#### Úvod

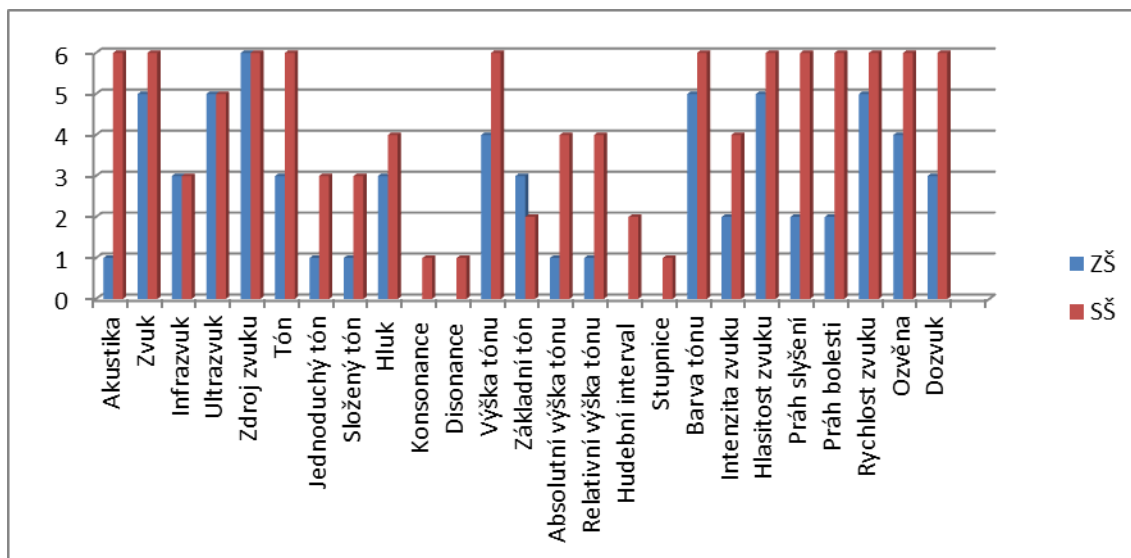
Člověk se setkává v běžném životě s akustikou velmi často. Mnohokrát si ani neuvědomuje, že ji využívá denně. Příkladem může být řeč, či sluch. Řeč se začala vyvíjet, aby skupiny lovců mohly organizovaně utočit na svou kořist. Dnes pro nás znamená nejlepší možnost komunikace s okolím. Sluch nás zase chránil před napadením od zvěře, či jiné pohromy.

Význam zvuku je pro nás nezanedbatelný. Sluch je přece jedním z pěti smyslů člověka, po zraku zřejmě nejvýznamnějším. Nezaslouží si akustika více místa v poznání žáků, jako mají ostatní obory ve výuce fyziky?

#### Výuka akustiky

Při nástupu na SUPŠ jsem získal příležitost vyučovat předmět akustika. První myšlenky směřovaly k tomu, zda znám nějakou učebnici, kde by akustika byla obsažena v tak velkém rozsahu, aby se dle ní dalo vyučovat. Druhá myšlenka směřovala k žákům, co se jim bude hodit v praxi. Potřeboval jsem učebnici, která by vysvětlovala nejen fyzikální akustiku, ale seznámila žáky i s hudební akustikou, fyziologickou akustikou a v současné době velmi se rozvíjející elektroakustikou.

Během přípravy jsem procházel učebnice pro základní a střední školy (6 ZŠ; 6 SŠ) vydané v období od první poloviny 20. století do současnosti. Vybral jsem několik pojmů, které jsem považoval za důležité, a ty jsem sledoval. Četnost jednotlivých pojmů jsem zaznamenal do tabulky 1.



Tab. 3

Z akustického pohledu vyšla nejlépe učebnice z roku 1923 *Fysika pro vyšší třídy středních škol*. Kromě velmi dobře zpracované části týkající se fyzikální akustiky jsem v této publikaci našel i hudební akustiku. Autor navíc popisuje vznik zvuku v hudebních nástrojích.

Ale ani tato učebnice nakonec nebyla tak obsáhlá, aby naplnila rozsah celého předmětu. Proto jsem vytvořil prezentační materiál, podle kterého akustiku na naší škole vyučuji.

Tematická část fyzikální akustika byla složena právě pomocí „základních“ pojmů (viz tab. 1). Začíná zdroji zvuků, přes vlastnosti jako je barva zvuku, či relativní a absolutní výška zvuku až po Dopplerův princip. Dále navazuje neslyšitelné spektrum tj. ultrazvuk a infrazvuk. Jelikož výuka probíhá na škole, kde se vyrábí hudební nástroje, probírají se i akustické vlastnosti dřeva. Samozřejmě se tyto znalosti dají využívat i v jiných oborech, jako je dřevostavba, ale i na gymnáziích.

Žáci se seznamují s pojmy, jako je zvuková vodivost, průzvučnost dřeva, či rezonanční schopnosti dřeva. Právě rezonanční vlastnosti dřeva vysvětlují, proč se jako nejčastější materiál pro stavbu hudebních nástrojů užívá zrovna smrk. Zavádí se i několik nových veličin např. akustická konstanta, jako ukazatel rezonančních vlastností dřeva vyjádřena vztahem:

$$K = \sqrt{\frac{E}{\rho^3}},$$

kde  $E$  je dynamický modul pružnosti a  $\rho$  hustota dřeva. V průběhu prezentace se objevují, mimo popisu pojmů, samozřejmě i kontrolní otázky, některé provázené zvukovou animací (obr. 1). Tyto animace můžou představovat běžné situace z našeho okolí.

Mimo fyzikální akustiku se rozpracovávají i další obory akustiky. Z fyzikálního pohledu je jistě zajímavá hudební akustika. Pomocí hudební akustiky se dá dobře vysvětlit vznik a šíření zvuku. Šikovným nástroje jsou k tomu píšťaly. Inspirace k tomuto materiálu vznikla z výše zmiňované učebnice *Fysika pro vyšší třídy středních škol*, kde se v akustice využívá právě znalostí hudebních nástrojů. Na otevřené a uzavřené píšťale se velmi dobře ukazuje právě vlnová délka, a co pro zvuk tedy znamená.



Obr. 6

### Závěr

Výuka akustiky na středních školách by si jistě zasloužila více času. Žáci by mohli poznávat své okolí z dalšího pohledu. V akustice je velké množství zajímavostí, které by neměly uniknout pozornosti našich žáků.

### Literatura

1. STROUHAL, Č.: Akustika, Praha 1902, 462 s.
2. SYROVÝ, V.: *Hudební akustika*. Akademie muzických umění, Praha 2008, 440 s. ISBN 978-80-7331-127-8,

### Kontaktní adresa

Mgr. Petr Nezavdal  
SUPŠ hudebních nástrojů a nábytku  
500 03 Hradec Králové, 17. listopadu 1202  
Telefon: +420 494 960 036  
E-mail: petr.nezavdal@hnn.cz

### Myšlenkové experimenty a princip relativity

Jan NOVOTNÝ, Jindřiška Svobodová

#### Abstrakt

V textu se zabýváme myšlenkovými experimenty, které v historickém kontextu vedly k hlavním pojmům teorie relativity. Zejména Galileovy myšlenkové experimenty přibližují chápání základů vztažných soustav. Ukážeme také, jak použití myšlenkových experimentů vedlo k závěrům v Einsteinově speciální teorii relativity. Uvedené myšlenkové experimenty mohou být prezentovány v prvních letech kurzu fyziky.

### Thought Experiments and Ideas of the Theory of Relativity

#### Abstract

The main concepts of relativity are mentioned in historical context. Namely thought experiments by Galileo were foundational for his perception of relativity. We illustrate the use of thought experiments that led to the conclusions reached in Einstein's Special Theory of Relativity. The presented thought experiments can be presented into first years of college physics program.

#### Úvod

Myšlenkové experimenty patří k nejvýraznějším ukázkám, jak ke zkoumání podstaty věcí využít lidskou představivost. Nejčastěji jsou podávány ve formě určitého „příběhu“, který je posuzován na základě jasných předpokladů a úvah. Užívají se jako teoretický mezikrok v případech, kdy je fyzická realizace experimentu nemožná anebo by při dané úrovni poznání a techniky nedala přesvědčivé výsledky. Lze říci, že myšlenkové experimenty spočívají v kladení otázek, co by bylo, kdyby...

Na první pohled by se mohlo zdát, že to není příliš produktivní počínání, zvláště když ono „kdyby“ zcela chybí. Ale to by byl omyl. Právě myšlenkové experimenty jsou těsně spojeny s největšími myšlenkovými převraty v historii vědy a jejich inspirativní síla zůstává zachována i po takovémto převratu. Pokusíme se to aspoň v kostce ukázat na cestě, která dovedla ke speciální teorii relativity.

#### Aristotelův prázdný prostor

Naše exkurze může začít již Aristotelem. Ten ve své Fyzice říká: „Nikdo asi nedovede říci, proč se něco, je-li uvedeno v pohyb, někde zastaví. Neboť proč spíše zde než tam? A tak buď bude v klidu, nebo se do nekonečna bude nutně pohybovat v prostoru, nebude-li něco silnějšího překážet.“

Aristoteles tak vlastně formuluje myšlenkový experiment: Co by se stalo, kdyby těleso bylo uvedeno do pohybu ve zcela prázdném prostoru (jaký ve skutečnosti nikde neexistuje)? Jeho odpověď je založena na tom, že „v prázdně a neomezeně není rozdílu“, což si lze domýšlet tak, že v prázdně neexistuje privilegovaná vztažná soustava, která by se dala nějak vytýčit, a není

tedy důvod, proč by tělesa zpomalovala svůj pohyb. Pohybovala by se proto způsobem, který je popsán slovy téměř doslova odpovídajícími 1. Newtonovu zákonu. Pro Aristotela to však není výzvou k vybudování fyziky založené na principu setrvačnosti a ke kladení otázek o relativitě. Jeho argumentace ústí do odmítnutí existence prázdného prostoru. Dalo by se snad říci, že závěr z myšlenkového experimentu ustupuje u Aristotela před realitou.

### Galileův přístup

Nabízí se myšlenka, že Newton byl k formulaci 1. zákona inspirován Aristotelem, i když to přímo neříká. Jeho následovníci se ovšem mnohem spíše odvolávali na Galileia, který ve slavné pasáži svého Dialogu píše: „Vejděte s některým přítelem do velké místnosti nacházející se pod palubou lodi a zásobte se mouchami, motýly a podobným hmyzem. Vezměte si i velkou nádobu s vodou, do které dáte rybičky. Zavěste dále nahoru nějaké malé vědro, z něhož bude kapat voda do druhé nádoby s úzkým hrdlem, postavené dole.“

Galileo pak podrobně popisuje pozorování učiněná v kajutě zakotvené lodi. Pokračuje: „Uveďte potom loď do pohybu libovolnou rychlostí. Bude-li její pohyb rovnoměrný a nebude-li se loď nahýbat na jednu či druhou stranu, nenajdete ani nejmenší změnu ve všech připomenutých úkazech a ani z jednoho nezjistíte, zda se loď pohybuje, anebo ne.“

Pozorování, která Galileo popisuje (symetrické počínání živočichů či vrhaných těles, svislý pád vodních kapek), by se sice mohla snadno uskutečnit, jejich výsledky by však při tehdy dosažitelné úrovni přesnosti nebyly příliš průkazné. Galileo fakticky nevyzývá k jejich pečlivému provedení a odvolává se spíše na všeobecnou lidskou zkušenost, kterou dělají cestující. Slouží mu to především jako argument pro obhajobu Kopernikova stanoviska – není pravda, že pohyb Země bychom přece „poznali“.

Kdybychom opravdu chtěli experimenty provést, museli bychom se vyrovnat s komplikacemi, které Galileův výklad přehlíží. Má opravdu na mysli rovnoměrný a přímočarý pohyb (tj. předpokládá, že zakřivení mořské hladiny, po níž se pohybuje loď, lze zanedbat)? Pozdější fyzikové si tak Galileovy úvahy vykládali, text Dialogu však nevyklučuje, že měl na mysli pohyb kruhový. Pak ovšem realita jeho předpovědím zcela neodpovídá a je zajímavé zjistit, k jakým odchylkám to vede. Z experimentálního hlediska je ovšem ještě závažnější vliv otáčení Země a s tím spojené působení Coriolisovy síly, jejíž existenci Galileo matně tušil, ale nedovedl s ní pracovat, jak je patrné z jiných míst Dialogu.

Další pozoruhodná skutečnost je, že obě situace popisované v Dialogu nejsou fyzikálně ekvivalentní, jak by si to vyžadoval princip relativity, který by z nich měl vyplynout (ani když je omezíme na rovnoměrný a přímočarý pohyb). V uvažovaných fyzikálních (a vlastně i biologických) jevech hraje významnou úlohu gravitační pole Země a možná není lhostejné, zda se „laboratoř“ vzhledem ke zdroji tohoto pole pohybuje, nebo zůstává v klidu. Jak by dopadl pokus, kdybychom namísto pádu kapek pod vlivem gravitace sledovali pohyb nábojů v homogenním elektrickém poli nad povrchem Země? V čem je vlastně specifický rys gravitace, z něhož Galilei těžil? A zůstává tato specifická zachována i v obecné teorii relativity? Pozorný rozbor Galileova myšlenkového experimentu tak dodnes nastoluje řadu zajímavých otázek.

Otázka platnosti principu relativity se odvíjí od 1. Newtonova zákona. Nejjednodušší fyzikální jev – volný pohyb (nerotujícího) tělesa tomuto principu vyhovuje. Newton přesto předpokládá existenci absolutního prostoru, což připouští, ba vyžaduje, aby jiné fyzikální jevy, například optické, umožnily absolutní prostor identifikovat. Spor – absolutní prostor nebo rovno-

právnost inerciálních soustav? – se stal klíčovým problémem fyziky 19. století. Zatímco experimenty se klonily k principu relativity, teorie dávala přednost absolutnímu prostoru.

Gordický uzel problému roztál roku 1905 především Einstein, který svou slavnou práci začíná slovy: „Je známo, že Maxwellova elektrodynamika v té podobě, jak je dnes obvykle chápána, vede v aplikaci na pohybující se tělesa k asymetrii, jež patrně není vlastní samotným jevům. Vezměme například elektromagnetickou interakci mezi magnetem a vodičem s proudem. Pozorovaný jev tu závisí pouze na relativním pohybu mezi magnetem a vodičem, přestože podle obvyklých představ je třeba oba případy, kdy se pohybuje buď jedno, nebo druhé těleso, odlišit.“

Einsteinova slova můžeme chápat jako myšlenkový pokus, který vlastně rozvíjí pokus Galileův (chápaný moderně tak, že se vztahuje ke srovnávání dějů v inerciálních soustavách). Lze například uvažovat o tom, jak se magnet zasouvá do cívky na zakotvené i na plující lodi. Einstein nevybízí k pečlivému provedení pokusu, výsledek mu připadá předem jasný a podpořený pokusy již provedenými. Princip relativity, má-li být vskutku universální, naráží ovšem na transformaci, kterou dnes označujeme Galileovým jménem, vzhledem k níž Maxwellovy rovnice nejsou invariantní.

### Einsteinův myšlenkový pokus

Einstein se již dlouho před rokem 1905 v myšlenkách zabýval problémem, co by pozoroval člověk, který by se pohyboval stejnou rychlostí jako světelný paprsek. Mohl by se například vidět v zrcadle, které by držel před sebou? Podle tehdejší podoby Maxwellovy teorie nikoliv, ale na většinu pozorování nemá rovnoměrný a přímočarý pohyb žádný vliv – proč tedy tato podivná výjimka?

Tento myšlenkový experiment poukazuje na rozpor dvou představ, z nichž každá se zdá být přijatelná. Podle jedné se světlo ve vakuu šíří stálou rychlostí vůči vztažné soustavě, kterou si představujeme vyplněnu jinak nepozorovatelným prostředím – éterem. V tomto smyslu se chová podobně jako zvuk ve vzduchu. Podle druhé představy má světlo stálou rychlost vůči svému zdroji a chová se tedy podobně jako kulka vystřelená z revolveru. Obě představy se ovšem zdají být beznadějně neslučitelné.

Einsteinovo geniální řešení problému spočívá v tom, že obě představy lze sloučit, vzdáme-li se představy o existenci absolutní současnosti, která je součástí Galileovy transformace. Vysvětluje svůj návrh na definici současnosti, který přímo nazývá myšlenkovým experimentem. Synchronizace hodin A a B dosáhneme, vyšleme-li z hodin A světelný paprsek k hodinám B, odrazíme jej zpět a čas na hodinách B nastavíme tak, aby okamžik odrazu signálu odpovídal průměru časů vyslání a příchodu signálu. Einsteinovská synchronizace se zakládá na předpokladu, že světlo se v soustavě, v níž je provedena, šíří ve všech směrech stejnou rychlostí. Nic však nebrání takto provést synchronizaci v kterékoliv inerciální soustavě. Důsledek ovšem bude, že synchronizovaný čas je v různých soustavách různý, což ale dovolí sloučit princip relativity s principem stálé rychlosti světla ve všech inerciálních soustavách a tedy i v soustavě spojené (v daném okamžiku) s libovolným zdrojem.

Einsteinem původně uvažovaný experiment o společném pohybu pozorovatele a světelného paprsku se tak ukázal jako principiálně neuskutečnitelný, protože pozorovatel o nenulové klidové hmotnosti se rychlostí světla pohybovat nemůže. Ať se snaží jakkoliv, paprsek před ním stále utíká stejnou rychlostí  $c$ . V definitivní verzi své teorie se proto Einstein o tomto experimentu nezmiňuje, nelze mu však upřít, že sehrál svou roli při uvedení na správnou cestu.

V době, kdy Einstein psal svou základní práci, nemohla být ještě synchronizace jeho metodou uskutečněna s dostatečnou přesností. Dnes už to možné je a využívá se toho při synchronizaci hodin v různých místech zemského povrchu i v kosmickém prostoru.

Snázili jsme se zde ukázat, jak myšlenkové experimenty urychlily a usnadnily cestu k poznání. Domníváme se, že představují také dosud ne plně využitou zásobárnu, z níž můžeme čerpat při našem učitelském působení.

### Literatura

1. ARISTOTELES Fyzika, 1. vydání v ČR: 1966
2. GALILEI, G. Dialóg o dvoch systémech sveta, 1. vydání v ČSR: 1962
3. EINSTEIN, A. Fyzika jako dobrodružství poznání, 1. vydání v ČR: 1958
4. EINSTEIN, A. Jak vidím svět, 1. vydání v ČR: 1993
5. EINSTEIN, A. Teorie relativity, 1. vydání v ČR: 2005

### Dedikace

Článek byl vytvořen s podporou projektu: CZ.1.07/2.2.00/28.0182 Moduly jako prostředek inovace v integraci výuky moderní fyziky a chemie.

### Kontaktní adresa

Prof. Jan Novotný, CSc.  
Katedra fyziky, chemie a odb. vzdělávání  
Pedagogická fakulta MU  
Poříčí 7  
603 00 Brno  
Telefon: +420 54949 7096  
E-mail: novotny@physics.muni.cz

### Kontaktní adresa

RNDr. Jindřiška Svobodová, Ph.D.  
Katedra fyziky, chemie a odb. vzdělávání  
Pedagogická fakulta MU  
Poříčí 7  
603 00 Brno  
Telefon: +420 54949 7096  
E-mail: svobodova@ped.muni.cz

### Poznámky k výuce fyziky mikrosvěta

Miroslav Novotný

#### Abstrakt

Možná úskalí spojená s nekritickým přejímáním a přeceňováním nových přístupů k výuce. Příklad strategie pro úvodní výklad fyziky mikrosvěta.

### Notes on the teaching of the physics of the microworld

#### Abstract

Possible problems associated with uncritical acceptance and overappreciating of new approaches to teaching. An example of the strategy for the initial interpretation of the physics of the micro-world.

#### Úvod

Vážené dámy, vážení pánové, dovoluji se krátce představit. Mé jméno je Miroslav Novotný. Absolvoval jsem obor učitelství matematiky a fyziky na přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity, pak jsem působil jako učitel matematiky a fyziky a později jako ředitel gymnázia. Nyní studuji na zmíněné fakultě v doktorském programu. Pod vedením docenta Aleše Laciny pracuji na didakticky zaměřené disertační práci na téma Úvodní výklad fyziky mikrosvěta.

Pokroky v poznávání mikrosvěta přinesly do zaužívaného fyzikálního uvažování podstatné změny a pro výuku fyziky komplikace. Vysvětlení některých poznatků o mikrosvětě se neobejde bez obtížně uchopitelných, a pro středoškoláka i zcela neuchopitelných fyzikálních pojmů, velmi komplikovaných matematických objektů a operací. Zároveň však není možné všechny nové poznatky ani při výuce na střední škole zcela ignorovat.

Nezbývá tedy, než se pokoušet alespoň některá témata didakticky zpracovat tak, aby bylo možné je do výuky na střední škole smysluplně zařadit a nerezignovat přitom na věcnou správnost. Moderní přístupy k tomu mohou přispět, ale jistě to nelze říct o všech, které jsou jako moderní deklarovány. Někdy jsou nové přístupy, které se z teoretického popisu jeví jako slibné, přeceňovány a jejich slabým místům není věnována pozornost.

Dobry učitel hledá a zkouší nové postupy permanentně. K jednomu se dopracuje sám, jiné se může rozhodnout vyzkoušet na základě doporučení. Ve všech případech by však neměl rezignovat na kritické uvažování o možných nežádoucích důsledcích.

#### Motivovaný žák se lépe učí

V souvislosti se snahou po zlepšení výuky je u nových postupů zdůrazňována úloha motivace. Proti konstatování „*motivovaný žák se lépe učí*“ nelze obecně nic namítat. Úskalím je přecenění významu motivace vedoucí k jejímu vyčleňování z vlastní výuky a k jejímu posunu až do polohy nadřazenosti vzhledem k výuce. Bylo by chybou, kdyby učitel začal přemýš-



let, jak by žáky motivoval, aby je pak mohl něco naučit. Účelně vynaloženou učitelskou energii vidím v přemýšlení, jak vést výuku, aby na jejím konci byli žáci schopni přínos předmětu, v našem případě fyziky, pro své vzdělání ocenit. Je zřejmé, že takového výsledku nelze dosáhnout bez toho, že po žácích bude rozhodně požadováno intelektuální úsilí, což se neobejde bez námitek některých žáků a v dnešní době i některých rodičů. Není nezbytné opakovaně se snažit trpělivě reagovat na dotazy typu „*k čemu to budu v životě potřebovat*“, které jsou výrazem nemotivovanosti žáka pro daný předmět. Žáky, kteří nejsou pro poctivé učení se zcela ztraceni, je možné dobrou argumentací přesvědčit o krátkozrakosti postoje vedoucího k takovým otázkám. U těch „*ztracených*“, byť možná jen dočasně, by si učitel neměl nechat vnutit pocit, že vina je na jeho straně, protože je nedostatečně motivoval. Tím nechci vyloučit, že někdy může být příčinou problému i učitel.

### Badatelsky orientovaná výuka

Někteří pedagogičtí teoretici vidí cestu k lepším výsledkům ve fyzikálním vzdělávání v badatelsky orientované výuce. Ve snaze přesvědčit ostatní k převzetí takového názoru byla například použita i následující formulace:

*„Zkušenosti ze zahraničí ukazují, že znalosti získané při využití badatelsky orientované výuky jsou trvalejší než u výuky klasické a zájem žáků a studentů je větší.“*

Jistě může být přínosem zařadit do výuky na vhodných místech uměřeně také prvky badatelské výuky. Jsem přesvědčen, že mnozí učitelé to dělají, protože je to pro ně přirozené. Zobecnující formulace „*znalosti jsou trvalejší a zájem žáků a studentů je větší*“ a odkaz na zahraniční zkušenosti nejsou dobrými argumenty pro obhajobu tohoto přístupu. Spíše vyvolávají řadu oprávněných otázek: Co znamená termín „*trvalejší znalosti*“? Jak se k takovému závěru došlo, o co se opírá? Co znamená termín „*větší zájem*“? Jak byl zjišťován? Chce autor tvrzením „*znalosti získané při využití badatelsky orientované výuky jsou trvalejší než u výuky klasické*“ nepřímou říct, že klasická výuka je horší a máme ji opustit? atd. Tím nechci říct, že se badatelský přístup k výuce má zavrhnout, jen by neměl být přeceňován a jeho přednosti by měly být prezentovány na konkrétních příkladech zpracovaných témat s případnými odkazy na jeho možné slabé stránky.

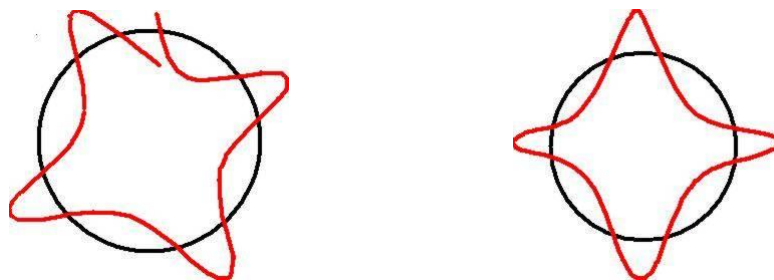
### Moderní technologie

Označení moderní přístupy je často automaticky spojováno s využíváním nových technologií – počítačů, audiovizuální techniky, internetu, e-learningu. Zejména při jejich používání je potřeba mít na paměti již zmíněnou uměřenost. Stále existují zastánci povrchního názoru, že čím více moderní techniky ve výuce použijí, tím učí moderněji.

V procesu vzdělávání je určitá, a domnívám se, že důležitá, část vědomostí učitelem předávána mimoverbálně, prostě tím, jak „*svou práci u tabule dělá*“. Výuka „*svěřená*“ technice tento způsob předávání vědomostí postrádá.

Specifickým problémem e-learningu je odborná, nebo spíše neoborná, úroveň zpracování některých projektů. Jako odstrašující příklad může sloužit projekt, který je dostupný na internetu („[http://veda.gymjs.net/?p=dokumenty\\_fyz](http://veda.gymjs.net/?p=dokumenty_fyz)“). Z jeho části věnované atomové a jaderné fyzice uvádím pro ilustraci pouze jednu ukázkou toho, co všechno lze prezentovat jako moderní přístup a dostat za to dokonce zapláceno z evropských fondů.

### Bohrův model atomu



Dánský fyzik Niels Bohr v roce 1913 použil závěry kvantové mechaniky, že částici lze popsat jako vlnu. V jeho modelu atomu se elektrony mohou držet vždy na přesně daných kruhových orbitech, a to na takových, kde mohou vytvořit stojaté vlnu. Tam, kde by výsledná interference byla destruktivní, se elektrony nalézat nemohou. Proto není možné, aby po spirále spadly na jádro, a atom zůstává stabilní.

Na základě Bohrova modelu bylo možné vysvětlit, proč se spektra, která emitují vybuze-  
né atomy, skládají z diskretních čar. Na každém orbitu má elektron specifickou energii. Při přechodu mezi orbity ji musí pohltit nebo vyzářit ve formě fotonu. A jelikož jsou orbity dis-  
kretní, rozdílly energií mezi nimi jsou přesně dané.

Až příliš mnoho nepřesností, zavádějících zkratkovitých formulací, spíše však hrubých chyb, na jedné stránce!

### Úvodní výklad fyziky mikrosvětla

Od úvodního výkladu fyziky mikrosvětla se očekává, že jeho absolvováním žák získá dobrý základ vědomostí, na kterém se dá fyzikální obraz mikrosvětla adekvátně dále rozvíjet.

Jednou z možných strategií je vést výuku tak, že u vybraných témat, u nichž je to možné, nebudou poznatky předkládány v hotové podobě, ale žák k nim bude učitelem přiveden, podrobným rozbořem a výkladem experimentů, které na cestě poznávání mikrosvětla sehrály rozhodující úlohu. Tím mám na mysli popis jejich uspořádání, průběhu, výsledků a úvah, kterými fyzikové ze získaných dat dospěli k závěrům, které se vymykaly ze stávajících představ. Důležitým prvkem této strategie je srozumitelná a přesvědčivá argumentace vycházející z fyzikálně-historických souvislostí, v nichž byl experiment prováděn, a opřená o matematické odvození příslušných vztahů, kde každý krok bude zdůvodněn.

Jako příklady vhodných témat pro takový postup bych uvedl: Thomsonovy experimenty, kterými prokázal, že katodové záření je tvořeno proudem hmotných nabitých částic a snad i jeho experimenty s anodovým zářením a hmotnostním spektrografem, Millikanovo měření náboje elektronu, experimentální výzkum fotoelektrického jevu včetně jeho Einsteinova vysvětlení, rozptylové experimenty a Rutherfordův vzorec, čárová atomová spektra a cesta k jejich vysvětlení od Balmera přes Rytberga k Bohrovi, Comptonův jev včetně jeho vysvětlení atp. Do této skupinky bych rád zařadil i rovnovážné tepelné záření a Planckův vyzařovací zákon, ale se zpracováním jeho odvození v podobě použitelné na střední škole mám zatím problém.

Při shromažďování informací o těchto a dalších možných tématech, jsem dospěl k poznání, že v následných popisech experimentu autoři postupně vypouštěli zdůvodnění jednotlivých kroků a úvah, jeho výklad zestručňovali až do podoby holého konstatování výsledku, které je pak často přebíráno do učebnic. Přitom původní články obsahují spoustu ukázek bri-

lantního fyzikálního myšlení, které „leží ladem“. Bylo by záslužným činem je přeložit do češtiny a dát bezplatně k dispozici na internetu pro použití jak učiteli, tak žáky. Představa, že by se jimi žáci prokousávali v angličtině, by byla asi příliš optimistická.

Při těchto úvahách mlčky předpokládám, že na gymnáziu ve čtvrtém ročníku existují žáci, kteří budou mít zájem o hlubší pochopení fyziky, zvolí si jako volitelný předmět fyzikální seminář a budou ochotní v něm vynaložit, ne minimální, intelektuální úsilí. Což je pravděpodobně jedna z mých dalších příliš optimistických představ.

### Simulace dějů v mikrosvětě počítačem, pokusy přes internet

K názornosti výuky fyziky mikrosvěta může přispět využití simulací dějů v mikrosvětě počítačem a pokusů prováděných přes internet ve vzdálených laboratořích. I v tomto případě bych vyslovil, možná přehnanou, obavu, že jejich nadužívání může u žáka vyvolávat dojem, že k pochopení fyzikální postaty jeví je možné se „proklikat myš“<sup>4</sup>. Na druhé straně se v mikrosvětě neobejdeme bez *nenázornosti* neboli abstrakce. A schopnost abstrakce je třeba rozvíjet.

### Kvantová mechanika

Kvantová mechanika do úvodního výkladu jistě nepatří. Je otevřenou otázkou, zda je vůbec možné, a pokud ano, tak do jaké míry je vhodné přesouvat výuku kvantové mechaniky na střední školu. Ve standardní formalizované podobě s operátory a řešením Schrödingerovy rovnice to podle mého názoru možné není. Poněkud skeptický jsem také k pokusům o výuku nějaké elementarizované podoby kvantové mechaniky. Domnívám se, že Bohrov model atomu je pro výuku na střední škole těžko nahraditelný, i když byl kvantovou mechanikou překonán.

### Literatura

1. BRZEZINA M. a kol. *Motivovaný žák se lépe učí...i fyzice. Československý časopis pro fyziku 5-6/2012 ISSN 0009-07000.*
2. Projekt pro studenty SŠ. *Cesta k vědě. Dostupný na World Wide Web: <[http://veda.gymjs.net/?p=dokumenty\\_fyz](http://veda.gymjs.net/?p=dokumenty_fyz) >*
3. LACINA A. *Aktuální problémy českého fyzikálního vzdělávání. Sborník ze semináře, Vlachovice2002, Hradec Králové 2002.* "
4. VRBATOVÁ E. *Fyzikální základy elementarizovaných postupů kvantové mechaniky Dizertační práce, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno 1998*

### Kontaktní adresa

Mgr. Miroslav Novotný  
U Červených domků 32  
69503 Hodonín  
Telefon: +420 774 188 294  
E-mail: novotny1947@seznam.cz

### Nové pojetí fyzikální veličiny v normách ISO a IEC

Jan OBDRŽÁLEK

#### Abstrakt

Článek uvádí a vysvětluje nové pojetí pojmu hodnoty veličiny tak, jak se promítne do základních norem ISO a IEC, zejména do Mezinárodního metrologického slovníku VIM a Pokynů pro vyjádření nejistot při měření GUM. Práce vznikla za podpory grantu MŠMT INGO LG 13026.

### New concept of physical quantity in ISO and IEC standards

#### Abstract

New concept of the value of quantity is presented and explained as it will be used in the international standards ISO and IEC, especially in VIM and GUM. This paper was supported by grant INGO LG 13026 of Czech Ministry of Education.

#### Základní pojmy

Každá fyzikální *veličina* [quantity] (např. délka  $l$ ) se realizuje v konkrétních instancích (např. průměr  $d$  konkrétního mosazného válečku). Zjišťujeme ji *měřením* [measurement] např. mikrometrem, při kterém dostáváme *číselné hodnoty* [numerical values]  $\{d\} = d_k/\text{mm}$ , např. 12,442; 12,461; atd. Výsledek zapisujeme ve tvaru např.  $d = 12,452(12)$  mm, tj. hodnota  $d$  leží (s danou pravděpodobností) v intervalu daném dvěma hodnotami  $d_{\min}$  a  $d_{\max}$ , kde

$$d_{\min} = 12,452 \text{ mm} - 0,012 \text{ mm} = 12,440 \text{ mm}$$

$$d_{\max} = 12,452 \text{ mm} + 0,012 \text{ mm} = 12,464 \text{ mm}.$$

Číslo v závorce udává pološířku intervalu a rozumí se zarovnáno s koncem předcházejícího čísla udávajícího střed intervalu.

#### Způsob zápisu

Způsob zápisu byl zmodernizován podle předmluvy norem řady ISO/IEC 80000. Nejistoty se dříve často vyjadřovaly nikoli způsobem  $d = 12,452(12)$  mm, ale způsobem  $d = (12,452 \pm 0,012)$  m. To je však chybné z matematického hlediska. Zápis  $12,452 \pm 0,012$  znamená jen dvě krajní hodnoty, tedy buď 12,440 anebo 12,464, ale nikoli všechny hodnoty mezi těmito hodnotami; vzpomeňme na zápis kořenů kvadratické rovnice ve tvaru  $x_{1,2} = (-b \pm \sqrt{D}) / 2a$ . Nový způsob je i kratší (jednotka je jen jednou).

#### Klasické pojetí hodnoty

Podle klasické představy má každá instance veličiny svou *pravdivou hodnotu* [true value]  $d_0$ , a ta zůstává neznámá (dejme tomu  $d_0 = 12,455\ 072\ 465 \dots$ ). Každá skutečně měřená hodnota [measured value] (např. 12,459 mm) je zatížena *chybou* [error], zde odhadnutou na 0,012 mm.

Rozlišuje se dále *chyba systematická* [systematic error], někdy též *vychýlení měření* [measurement bias], která je neznámá, daná užitou metodou, zde 0,003 072 ... mm, a *chyba náhodná* [random error], jejíž střední hodnota se blíží nule. Opakováním měření  $N$ -krát lze náhodnou chybu zmenšit v principu libovolně (je úměrná  $1/\sqrt{N}$ ), ovšem systematická chyba se při opakovaném měření nemění.

### Nové pojetí hodnoty

Dále, stejně jako v předchozím klasickém pojetí, i zde se uplatňuje jak systematická, tak i náhodná chyba. Ty pak připívají celkové *nejistotě* [uncertainty] měření i výsledku, zde např. může být  $d_0 = 12,457(3)$  mm.

V novém pojetí *nemá* instance veličiny jedinou pravdivou, absolutně přesnou hodnotu; stačí vzpomenout na molekulovou strukturu hmoty, abychom začali pochybovat o smyslu posledních uvedených cifer  $\{d_0\}$  popisujících velikosti řádově menší než průměr atomu, natož o dalších. Namísto jediné pravdivé hodnoty je v novém pojetí určen interval  $J_d = \langle d- ; d+ \rangle$  s rovnoměrným rozložením pravděpodobnosti, v němž *libovolná hodnota*  $d'$  může se stejnou pravděpodobností sloužit jako požadovaná hodnota  $d_0$ . (Zde např.  $d_0 = 12,455\ 07(10)$  mm.) Z praktického početního hlediska i z hlediska teoretického pohledu se tak vždy vnáší do výpočtu část nejistoty s rovnoměrným rozložením pravděpodobnosti.

Dále, stejně jako v předchozím klasickém pojetí, i zde se uplatňuje jak systematická, tak i náhodná chyba. Ty pak připívají celkové *nejistotě* [uncertainty] měření i výsledku, zde např. může být  $d_0 = 12,457(3)$  mm.

Způsoby zpracování chyb se nemění.

### Rozdíl v pojetích

Nové pojetí se liší v několika aspektech.

Především se nepředpokládá fyzikálně nereálná „absolutně přesná“ hodnota instance příslušné veličiny. To souvisí ostatně i s tím, že sama veličina je na příslušné instanci vždy definována s jistou „volností“: povrchy nejsou ideální roviny, ani modelové roviny nejsou přesně rovnoběžné atd.

Dále, při procesu měření se tím kvalita měření charakterizuje zahrnutím jak systematické, tak i náhodné chyby na srovnatelnou úroveň. Metoda zlepšuje informaci dříve získanou fází „analýza chyb“ a převádí ji na pravděpodobnostní základ prostřednictvím koncepce nejistoty měření.

Konečně, nový přístup odráží neúplnou znalost měřené hodnoty: nikoli „jaká je přesná hodnota“, ale „jak věříme předložené hodnotě“. Důraz na důvěru je nový a přesouvá metrologii do oblasti, kde se kvantifikují výsledky měření v termínech pravděpodobnosti vyjadřujících vlastně stupeň důvěry ve výsledek.

### Literatura

1. TNI Pokyn ISO/IEC 93-1 Nejistota měření – Část 1: Úvod k vyjadřování nejistot měření. ÚNMZ, 2010
2. JCGM 200:2008 Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM), což je úředním překladem publikace:

JCGM 200:2008 International Vocabulary of Metrology, Basic and general concepts and associated terms. 3rd Edition. JCGM, 2008

3. JCGM 100:2008 Vyhodnocování naměřených dat – Pokyn k vyjadřování nejistoty v měření (GUM), což je úředním překladem publikace:

JCGM 100:2008 Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). JCGM, 2008

### Kontaktní adresa

Doc. RNDr. Jan Obdržálek, CSc.

Ústav teoretické fyziky na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze

ÚTF MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8 – Troja

Telefon: +420 221 912 495

E-mail: jan.obdrzalek@mff.cuni.com

### Co se může stát na oběžné dráze ve SCI-FI a jak na to pohledne fyzik

Jan PLZÁK

#### Abstrakt

Napadlo vás někdy, jak vypadá oheň ve stavu beztíže? Jak může být na oběžné dráze vytvořena umělá gravitace a jak se bude na takové stanici žít? Za jak dlouho asi zmrzne kilogram vody mimo vesmírnou stanici? Lze vůbec přežít mimo vesmírnou stanici?

### What can happen in orbit in sci-fi and how a physicist's point of view

#### Abstract

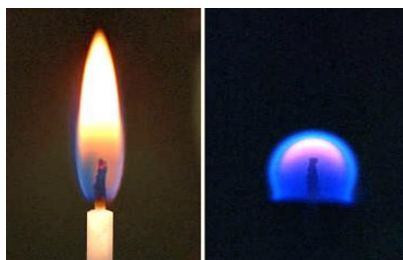
Have you ever wondered how fire looks like in zero gravity? How can be artificial gravity made in orbit and how can people live in such a space station? How long might it take a kilogram of water to freeze over out of the space station? And is it possible to survive in space at all?

#### Proč se zabývat sci-fi

V praxi jsem se při výuce fyziky často setkal u studentů s otázkami, které byly motivovány sci-fi filmem nebo sci-fi seriálem. Ne vždy se v takovýchto filmech může divák setkat s fyzikálně správným vysvětlením. Abych věci uvedl studentům do správného kontextu, rozhodl jsem se zaměřit se na tuto oblast a některé ukázky z filmů se snažím přiblížit studentům v hodinách fyziky.

#### Oheň ve stavu beztíže

Jedním ze zajímavých témat, na které jsem narazil při hodinách, jsou požáry uvnitř vesmírných stanic. Uvážíme-li totiž vesmírnou stanici, kde není tíže, bude tvar ohně odporovat naší běžné zkušenosti. Běžně totiž vidíme plamen, který se zužuje nad hořícím materiálem, viz obrázek 1 vlevo. Na pravé straně obrázku je tvar plamene ve stavu beztíže, tento tvar je dán absencí proudění spalín, kterou způsobuje Archimédův zákon. Plamen ve stavu beztíže hoří sféricky a postupně tak spotřebovává kyslík ve svém nejbližším okolí. Po nějaké době bez okolního proudění sám uhasne.

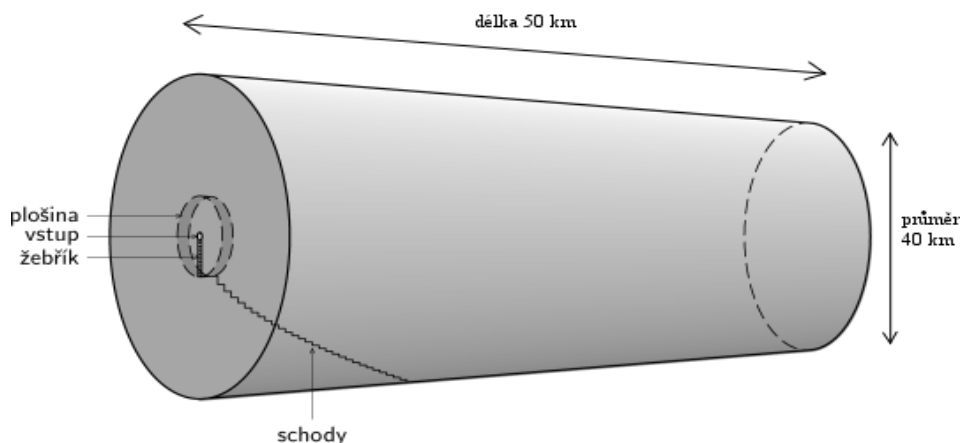


Obr. 1 Plamen na Zemi vlevo, vpravo plamen v beztížném stavu

### Život na vesmírné stanici a umělá gravitace

Nejčastěji řešeným problémem na vesmírných stanicích bývá umělá gravitace a podpora života. Umělá gravitace se ve filmech a seriálech nejčastěji řeší antigravitační technologií, která dále není specifikována, v některých případech se využívá odstředivé síly. Podpora života se nejčastěji řeší vytvořením uzavřeného ekosystému na vesmírné stanici.

Jedna taková stanice je popisována A. C. Clarkem v románu Setkání s Rámou [1], obr. 2. Podpora života je zde řešena velmi elegantně, uvnitř celého Rámy je vzduch, moře a několik světél nahrazujících slunce, vegetace roste na vnitřním plášti.



Obr. 2 Vesmírná loď Ráma

Celá kosmická loď je tvořena dutým válcem dlouhým 50 km. Průměr válce je 40 km. V ose této lodi je vstup, po průchodu pláštěm se pozorovatel dostane do vnitřních prostor. Přístup na vnitřní plášť je zajištěn nejdříve žebříkem, který sahá až na vnitřní kruhovou plošinu, ze které dále vede schodiště až na povrch (plášť). Autor uvádí, že na povrchu Rámy je tíže šest desetin pozemské tíže a schodiště je tvarováno tak, aby pohyb po něm byl pohodlný. Je celkem jasné, že z uvedených údajů lze velice pěkně spočítat tvar schodiště a ověřit, jaký tlak vzduchu bude na ose a jaké odstředivé zrychlení bude na plášti, který by měl tloušťku 2 km. Tato hodnota je v románu uváděna autorem. Perioda otáčení Rámy je 240 s.

Výpočet odstředivého zrychlení provedeme dosazením do vztahu  $a_0 = \omega^2 \cdot r$ .

Dosadíme-li za  $a_0 = 0,6 \cdot g = 5,886 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ , dostaneme pro poloměr hodnotu  $r = 8590 \text{ m}$ , to znamená, že tloušťka pláště by podle autora měla být 11 410 m. Při tloušťce pláště 2 km bude odstředivé zrychlení na vnitřním plášti  $a_0 = 12,34 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ , což je o něco málo větší než tíhové zrychlení. Zde je vidět hned první rozpor mezi realitou a autorovou představou.

Při výpočtech tlaku vzduchu uvnitř Rámy vyjdeme ze stavové rovnice ideálního plynu, z obr. 3 můžeme dopočítat změnu tlaku v radiálním směru Rámy. Uvažujeme samozřejmě rovnovážný stav, kdy se vzduch otáčí, vlivem vlastního tření a okolí, spolu s celým Rámou.

Po dosazení tak dostaneme diferenciální rovnici

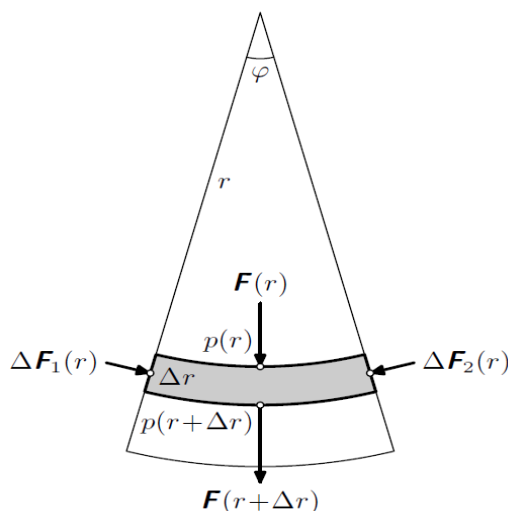
$$\frac{\Delta p}{\Delta r} = \frac{M_m}{R_m \cdot T} \cdot p,$$



její integrací pak

$$\frac{p(r)}{p(0)} = e^{\left(\frac{M_m \cdot \omega^2 \cdot r^2}{R_m \cdot T}\right)},$$

kde  $M_m$  je molární hmotnost vzduchu,  $R_m$  je plynová konstanta,  $T$  je termodynamická teplota a  $r$  je vzdálenost od osy Rámy. Tlak na povrchu by měl být roven atmosférickému tlaku na Zemi, proto v ose bude tlak  $p(0) = 79 \text{ kPa}$ . V románu autor uvádí, že v ose Rámy by mělo být vakuum, z výsledku je krásně vidět, že v ose bude možné dýchat.



Obr. 3 Schéma sil působících na vrstvu vzduchu v řezu Rámy

Provéřit, jak bude vypadat schodiště, je také možné. Můžeme předpokládat, že schody by měly odpovídat normě ČSN 73 4130, kde je určen rozměr pohodlného schodiště, a to délka schodu přibližně 31 cm a výška přibližně 16 cm. Délka schodu by na celém schodišti mohla být stejná, bude se měnit pouze výška schodu, u pláště pak bude výška právě 16 cm. Pro jednoduchost však zanedbejme velikost jednotlivých schodů. V poměru vůči poloměru Rámy je toto zanedbání celkem přirozené.

Označíme-li  $R$  poloměr Rámy,  $h_1$  výšku prvního schodu,  $h_k$  výšku  $k$ -tého schodu,  $r_k$  vzdálenost  $k$ -tého schodu od středu Rámy a  $d$  délku schodu, můžeme pro potenciální energii na prvním schodu psát

$$W_1 = m \cdot \omega^2 \cdot (R - h_1) \cdot h_1.$$

Na  $k$ -tém schodu bude vztah pro energii mít tvar

$$W_k = m \cdot \omega^2 \cdot r_k \cdot h_k.$$

Směrnice schodů bude dána poměrem  $\frac{h_k}{d}$ . Z těchto vztahů lze vyvodit výslednou diferenciální rovnici

$$\frac{dr}{dx} = \frac{(R - h_1) \cdot h_1}{d \cdot r},$$

kde je  $r_k$  přeznačeno na  $r$ , rovnice tak více odpovídá zavedeným konvencím v matematice.

Po integraci dostáváme výsledný tvar

$$r(x) = \sqrt{\frac{(R-h_1) \cdot h_1}{d} \cdot x + H^2},$$

kde  $H$  je integrační konstanta určující vzdálenost kruhové plošiny od osy Rámy.

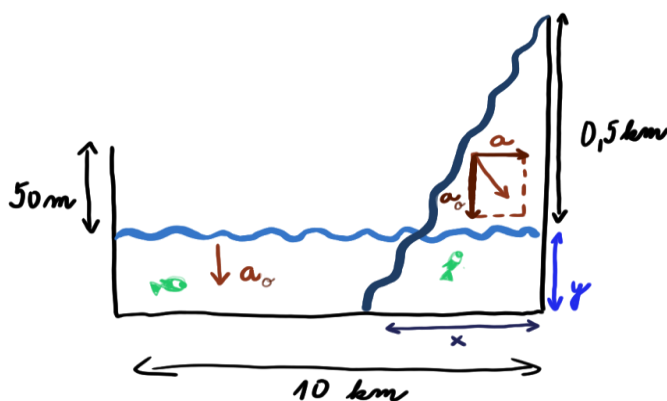
Jak vidno z tvaru výsledné rovnice, schodiště bude parabolické.

Na Rámovi se nachází ještě jedna zajímavost, přesně ve středu válce je prstencové moře, na jednom konci se břeh zvedá o 50 m a na druhém konci se břeh zvedá do výšky 0,5 km. Šířka moře je 10 km. Viz ukázka z románu:

„Válcové moře je sevřené dvěma sráznými břehy, které uvnitř Rámy opisují uzavřený kruh. Ten severní je vysoký jenom padesát metrů. Naproti tomu jižní má téměř půl kilometru.“

„„Jestliže známe výšku břehů, můžeme vypočítat, jaké maximální zrychlení je Ráma schopen vyvinout. Kdyby to bylo víc než dvě procenta pozemské gravitace, Moře by se přelilo přes Jižní kontinent.“ „Padesátina g? To není příliš mnoho.““

Není problém prověřit, jak velké zrychlení by Ráma mohl skutečně vyvinout.



Obr. 4 Schéma Rámova moře v řezu.

Vzhledem k tomu, že v románu se neuvádí hloubka moře, berme ji jako parametr a označme ji  $y$ . Vyjdeme ze zákona zachování hmoty, musí proto platit rovnost mezi plochou moře při rovnoměrném přímočarém pohybu a mezi plochou moře v řezu při Rámově zrychlení  $a$ ,  $a_0$  označuje odstředivé zrychlení působící na moře. Rovnice bude mít tvar

$$y \cdot 10 = \frac{(0,5 + y) \cdot x}{2}.$$

Poměr mezi zrychlením Rámy a odstředivým zrychlením je dán vztahem

$$\frac{a}{a_0} = \frac{0,5 + y}{x}.$$

Řešením soustavy těchto rovnic dostáváme výsledný tvar

$$a = \frac{(0,5 + y)^2}{2 \cdot y} \cdot \frac{a_0}{10}.$$

Tato rovnice nabývá extrému při hloubce moře 0,5 km. Dosadíme-li do této rovnice odstředivé zrychlení, které udává autor tj.  $a_0 = 0,6 \cdot g = 5,886 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ , pak nejvyšší možné zrychlení Rámy bude přibližně jedna šestnáctina tíhového zrychlení na Zemi, nikoliv padesátina, jak je uvedeno v ukázce.

### Kapalina mimo vesmírnou stanici

Velmi častým dotazem v hodinách fyziky je otázka, zda je možné přežít ve vesmíru a jestli člověk exploduje nebo zmrzne.

Uvažujme jeden litr vody o teplotě 30 °C. Při výpočtech vyjdeme ze Stefanova–Boltzmannova zákona

$$P = \sigma \cdot \varepsilon \cdot S \cdot T^4,$$

kde  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$  je Stefanova–Boltzmannova konstanta a  $\varepsilon = 0,67$  je emisivita vody.

Po dosazení bude vyzářený výkon 16 W. Je asi jasné, že ve vesmíru není potřeba uvažovat převod tepla jinak, nežli zářením, konvekce a kondukce zde žádná není.

Dosadíme-li hodnotu 16 W do kalorimetrické rovnice, můžeme odhadnout dobu, než voda zamrzne, po dosazení by vyšla hodnota 8 hodin. Tento údaj je však chybný, neboť platí při tlaku jedné atmosféry.

Uvážíme-li, že ve vesmíru není žádný tlak, pak se kapalina nejprve začne vařit a poté, co se jí varem odpaří 0,2 kg, se zbytek fázově změní v led.

Pro člověka to tedy znamená nejprve popraskání ušních bubínků, roztažení střev a odloučení plynů z krve, následné odpařování kapalin z povrchu těla, především z obličejové části a následné zmrznutí. Není se však třeba obávat velkých bolestí, neboť odloučení kyslíku a oxidu uhličitého z krve způsobí včas zástavu srdce. Možnost i krátkodobého vystavení se účinkům nulového tlaku, jak je ukazováno v některých filmech, je také sporná, neboť po té, co prasknou ušní bubínky, člověk ztratí orientaci pro narušené rovnovážné ústrojí ve středním uchu a těžko se může přesouvat k přechodové komoře.

### Literatura

1. CLARKE, Arthur Charles. *Setkání s Rámou*. Překlad Zdeněk Volný. Praha: LB, 1993, 168 s. ISBN 80-856-2131-2.

### Kontaktní adresa

Mgr. Ing. Jan Plzák  
oddělení fyziky KMT, Fakulta pedagogická  
Západočeská univerzita v Plzni,  
Univerzitní 8, 306 14 Plzeň  
E-mail: janplzak@kmt.zcu.cz

### Lars Onsager: významná osobnost fyziky kondenzovaného stavu (110. výročí jeho narození)

Jitka PROKŠOVÁ

#### Abstrakt

Lars Onsager (1903–1976), nositel Nobelovy ceny za chemii (1968), se ve dvacátém století významně podílel na rozvoji poznání zákonitostí z oblasti fyziky kondenzovaného stavu a z chemické fyziky. Spolu s belgickým chemikem ruského původu Ilyou Prigoginem (1917–2003) se stal tvůrcem nové oblasti termodynamiky, která se zabývá nerovnovážnými ději a popisuje chování soustav v blízkosti rovnováhy.

### Lars Onsager: the big name of physics of condensed matter (110th anniversary of his birth)

#### Abstract

Lars Onsager (1903–1976), the Nobel Prize in Chemistry (1968) holder made during the 20th century a significant contribution to the development of cognition of the rules and principles in the area of physics of condensed matter and of chemical physics. Together with Belgian chemist of Russian origin Ilya Prigogine (1917–2003) he became the author of a new field of thermodynamics, which is focused on the non-equilibrium processes and describes how the systems react and behave in a close proximity to equilibrium.

Norsko-americký teoretický fyzik **Lars Onsager** (1903–1976) mistrně aplikoval fyzikální poznatky na chemické systémy. Jeho práce ovlivnily nejen základy nerovnovážné termodynamiky, ale i teorii elektrolytů, disipativních struktur, transportních jevů v kovech a hydrodynamických jevů. Zabýval se také teorií koloidních roztoků, kryogenními jevy, elektrickými vlastnostmi ledu a dalšími problémy spojenými především se změnou chemických parametrů různých systémů.<sup>6</sup>

#### Mládí

Lars Onsager se narodil 27. listopadu 1903 v norské Kristianii (dnešním Oslu) v rodině advokáta Erlinga Onsagera. Od útlého věku seznamoval bližní s norskou literaturou, přednášel jim různé pasáže. Později přátelům recitoval i epické verše ve vlastním překladu z norštiny do angličtiny. Dobře se orientoval v klasické literatuře, filozofii, hudbě a umění.

V roce 1925 završil vysokoškolské studium v oboru chemické inženýrství na technickém institutu NTH (Norges tekniske høgskole) v Trondheimu. Zřejmě právě studium tohoto obo-

<sup>6</sup> Pro úplnost je třeba dodat, že bibliografie L. Onsagera je velmi obsáhlá, jeho vědecké aktivity bývají členěny do následujících okruhů: nevratné procesy, Isingův model, elektrolyty, koloidy, helium II a kvantové víry, kvantování magnetického toku, elektrony v kovech, turbulence, iontová rekombinace, teorie fluktuace, dielektrika, led a voda, biologie, Mathieovy funkce.

ru stálo za pozdějšími Onsagerovými objevy v oblastech teplotní difúze, koloidních roztoků a turbulentních jevů.

Už během studia se začal zabývat teorií elektrolytů – k tomuto zájmu se pak průběžně vracel celou vědeckou kariéru. Zaujala ho publikace Petera Debye a Ericha Hückela o elektrolytických roztocích [1], v níž objevil trhliny ve vysvětlení difúze a vodivosti elektrolytů. Debye uznal kritiku a v dubnu 1926 nabídl Onsagerovi místo asistenta na polytechnice v Curychu.

Mladý Lars nabídku přijal, v Curychu však zůstal jen krátce. V roce 1928 se rozhodl odejít na univerzitu Johnse Hopkinse (JHU) v Baltimoru v USA (stát Maryland). Zde se zanedlouho ukázalo, že zdatný výzkumník nemusí být zdatným pedagogem. Podle slov Roberta H. Colea, který s Onsagerem dlouhá léta spolupracoval, se Onsager neuměl vcítit do role studenta prvního ročníku. Přednášel zády k posluchačům, zcela ponořený do svých výpočtů a dedukcí, kterými rychle popisoval tabuli. Považoval vždy za samozřejmost, že to, co ví on, znají i ostatní. S tím spojené vzniklé neshody a stížnosti studentů vyřešilo až jeho propuštění [2].

### Brown University

Po semestru stráveném na JHU přešel Onsager na soukromou Brownovu univerzitu ve městě Providence, stát Rhode Island. Katedru chemie tam vedl legendární experimentátor Charles A. Kraus. Díky nízkému pedagogickému úvazku mohl Onsager věnovat čas teoretickým výpočtům. Mezi studenty, při přednáškách ze statistické mechaniky, poznal Raymonda Fuisse, svého budoucího následovníka, spoluautora, spolupracovníka a nejbližšího kolegu.

Vlastní náhled a důkladný rozbor transportních jevů Onsagera dovedly k recipročním relacím, které dnes nesou jeho jméno<sup>7</sup>. V roce 1931 však jeho teoretické závěry zůstaly nepovšimnuty. O čtyřicet let později zavzpomínal na toto období slovy: „Nebyl jsem zpochybňován, ale úplně ignorován.“ [2]

Detailní studium nerovnovážných procesů difúze a elektrické vodivosti přivedlo Onsagera k vytvoření základů lineární termodynamiky nevratných dějů, která popisuje chování systémů v blízkosti rovnováhy. Dospěl k závěru, že při malých odchylkách systému od rovnovážného stavu jsou vzniklé toky  $J_k$  závislé na silách  $F_j$  lineárně – že tedy v okolí rovnováhy platí

$$J_k = \sum_j L_{kj} F_j. \quad (1)$$

Parametry  $L_{kj}$  se nazývají fenomenologické koeficienty, přičemž  $L_{kk}$  se označují jako přímé a  $L_{kj}$  ( $k \neq j$ ) jako křížové fenomenologické koeficienty. Vztah (1) představuje pro různé transportní děje termodynamickou pohybovou rovnici, kde rychlost proudění neboli tok se rovná součtu členů, z nichž každý je přímo úměrný termodynamické síle. Přímá úměrnost mezi složkami toků a silami je důležitým omezením pro obor platnosti Onsagerovy teorie. V některých případech, jako třeba u vedení tepla, platí mezi tokem a odpovídající silou lineární závislost ve velmi širokých mezích, avšak v jiných případech, jako jsou chemické reakce, bývá přímá úměrnost zachována jen při malých odchylkách od rovnováhy.

Termodynamická síla, jakou je například gradient  $(1/T)$ , nemusí způsobit jen tok tepla, ale může být příčinou i dalších jiných toků – např. toku částic nebo elektrického proudu. Je

<sup>7</sup> Poprvé uvedl Onsager tyto vztahy v roce 1929, přestože – jak sám poznamenal – kompletní teorii zveřejnil až v roce 1931 v [3]. Jeho reciproční relace bývají také někdy označovány jako čtvrtý termodynamický zákon [2].

to pochopitelné vzhledem k tomu, že termický pohyb molekul nemá vliv jen na teplotu systému, ale také na pohyb nebo i množství nositelů náboje. Důsledkem jsou takzvané „křížové“ efekty, které byly známy již dlouho předtím, než byly zformulovány základní zákony lineární termodynamiky. Zkoumaly se zcela odděleně, bez sjednocujícího formalismu. Ke křížovým efektům patří i termoelektrické jevy – například Seebeckův, Thomsonův nebo Peltierův.<sup>8</sup>

Sjednocení teorie křížových efektů umožňuje zavedení lokální produkce entropie  $\sigma$ . Onsager shrnul své poznatky do dvou základních tvrzení:

- *Platnost lineárních fenomenologických zákonů.* Pouze za předpokladu jejich platnosti lze chápat lokální produkci entropie jako kvadratickou formu

$$\sigma = \sum_{j,k} L_{kj} F_j F_k > 0, \quad (2)$$

kde složky sil  $F_k$  mohou být kladné i záporné. Z nerovnosti (2) plyne, že matice  $L_{jk}$  je pozitivně definitní. Dodejme, že koeficienty  $L_{kk}$  jsou kladné a koeficienty  $L_{ik}$  ( $i \neq k$ ) mohou být jak kladné, tak záporné.

- *Princip mikroskopické vratnosti.* Podle tohoto principu každý děj probíhá za rovnovážných podmínek v průměru stejnou rychlostí jako děj právě opačný.

Z tohoto principu a z teorie fluktuací vyplývají Onsagerovy reciproční relace:

$$L_{ki} = L_{ik}. \quad (3)$$

Podle Onsagera je hlavním důvodem pro platnost těchto vztahů mikroskopická reversibilita: přechod mezi dvěma konfiguracemi **A** a **B** se musí v daném čase  $\tau$  konat stejně často jak ve směru **A**  $\rightarrow$  **B**, tak i směrem **B**  $\rightarrow$  **A**. [4], [5]

Pokud bychom se pokusili zpětně hodnotit význam Onsagerových prací právě v oblasti nevratné termodynamiky, je třeba poznamenat, že – na rozdíl od rovnovážné termodynamiky, kde roli teoretické konstrukce hraje metoda Gibbsových rovnovážných souborů – ve fyzice nerovnovážných dějů dosud chybí pevná metodologie. Práce Larse Onsagera lze v této souvislosti považovat za průkopnické – představují první kroky při výstavbě takové konstrukce.

Onsager zůstal na Brownově univerzitě do roku 1933, k odchodu ho přinutila ekonomická krize. Léto 1933 strávil v Evropě. Zde se seznámil s jednadvacetiletou Margaretou Arledterovou a 7. září 1933 se s ní oženil.

### Yale University

Na podzim roku 1933 se Onsager přestěhoval do New Havenu v Connecticutu, kde získal místo na katedře chemie třetí nejstarší univerzity v USA – Yale. Zde zůstal valnou část svého života. V roce 1935 zde absolvoval postgraduální studium [6].

<sup>8</sup> Jedním z prvních, kdo se v polovině 19. století zabýval vlastnostmi termoelektrických jevů, byl William Thomson (lord Kelvin). Upozornil tehdy na skutečnost, že dva nevratné tepelné jevy – vývoj Joulova tepla a vedení tepla – nastávají současně s dvěma jevy vratnými, jimiž jsou přenos Peltierova tepla na spoji termoelektrického článku a Thomsonovo teplo spojené s tokem elektrického proudu.

V soukromí se Lars Onsager těšil z rozrůstající se rodiny. Ve třicátých letech koupil v New Hampshire farmu s přilehlým stoakrovým pozemkem, na kterém se věnoval zahradničení. Záliba v procházkách, plavání a terénním lyžování mu zůstala až do vysokého věku.

Prostředí na Yale Onsagera inspirovalo k dalšímu teoretickému studiu elektrických vlastností elektrolytů. Zpočátku pracoval na těchto problémech sám, v pozdějším věku přizval ke spolupráci i doktorandy.

V letech 1939–40 publikoval několik článků o teorii separace izotopů metodou tepelné difúze. Zabýval se také otázkami statistické mechaniky – např. otázkou souvislosti základních postulátů statistické mechaniky a kritického stavu dané látky. Za tím účelem studoval okolnosti vzniku fázových přechodů z hlediska mikroskopických zákonitostí ve dvou dimenzích. Zajímal se o Isingův model, který se užívá k aproximaci situace, kdy jednotlivé objekty (např. atomy nebo ionty) mění své chování tak, aby se přizpůsobily ostatním objektům v sousedství<sup>9</sup>, a úzce také souvisí s termodynamickými vlastnostmi kritického bodu.

„Byl to ten typ výzkumu,“ napsal Onsager o mnoho let později, „kdy najdete dobrou cestu a jste si jistí, že ji musíte sledovat. A než dojdete ke konci, otevře se jiná... a otevírá se jedna za druhou, a všechny jsou tak dobré, že je nemůžete opustit.“ [7]

V roce 1944 publikoval matematicky elegantní teorii přesného řešení dvourozměrného modelu fázového přechodu [8]. V dalších letech spolupracoval se studentkou Bruriou Kaufmanovou. Jejich výpočty se týkaly konkrétních situací fázového přechodu mezi feromagnetickým a paramagnetickým stavem. Zjistili, že čím blíže jsou částice u sebe, tím pravděpodobněji se srovnají jejich magnetické momenty stejným směrem. Pokaždé, když se zdvojnásobí vzdálenost mezi částicemi, pravděpodobnost stejného nastavení magnetických momentů se sníží o hodnotu 1,19. Jde tedy o mocninnou závislost [7]. Závěry společného výzkumu publikovali v roce 1949 [9].

I po mnoha letech udivuje hloubka a šířka tehdejšího Onsagerova statistického přístupu k problematice fázových přechodů. Vedle toho vyšly v roce 1949 i jeho další články, například o interakci koloidních částic v závislosti na jejich tvaru, nebo o problémech statistické hydrodynamiky. Rok 1949 je pokládán za Onsagerův annus mirabilis [2].

### Padesátá a šedesátá léta

V letech 1951–52 pracoval L. Onsager v Anglii, v Cambridge (Cavendish Laboratory), a o rok později předložil svůj náhled na teorii diamagnetismu kovů [10]. Věnoval se také důkladné interpretaci de Haasova-van Alphenova jevu, tedy proměnám magnetické susceptibility kovů, nepřímo úměrným indukci magnetického pole. Výpočty Fermiho ploch ho přivedly ke studiu jevů při velmi nízkých teplotách. V tomto období také vedl v Oxfordu seminář o vlastnostech kapalného hélia.

V roce 1953 byl Onsager oceněn Rumfordovou zlatou medailí Americké akademie umění a věd, v následujícím roce 1954 mu Harvardská univerzita udělila čestný doktorát, jeho první.



<sup>9</sup> Typické využití Isingova modelu nabízí problematika feromagnetismu nebo třeba fázové separace v binárních slitinách.

O dva roky později publikoval s Oliverem Penroseem článek, týkající se Bose–Einsteinovy kondenzace [11]. Zdrželi se v něm popisu Bose-Einsteinovy kapaliny jako vysoce zvláště Bose-Einsteinova plynu a pokusili se definovat vlastnosti supratekutého stavu.

V druhé polovině padesátých a v šedesátých létech obdržel Onsager řadu dalších cen, medailí i čestných titulů. V tomto období se vrátil ke svému prvnímu výzkumnému tématu – spolu se svým někdejší studentem Raymondem Fuosseem, který v roce 1945 přišel za Onsagerem na Yale, znovu otevřeli problematiku vlastností elektrolytů.

Ocenění nejvyšší – Nobelovu cenu za chemii – dostal Lars Onsager v prosinci 1968 za objev recipročních relací, nominován nebyl poprvé.

### Miami – Coral Gables

V roce 1972, kdy měl Onsager již nárok na důchod, mu bylo na Yale nabídnuto místo emeritního profesora. V této pozici však nemohl čerpat prostředky na další výzkum. Využil proto nabídky Centra pro teoretická studia univerzity Miami a odešel na Coral Gables.

Noví kolegové z Centra pro teoretická studia mu k jeho sedmdesátinám uspořádali konferenci s názvem „Kvantová statistická mechanika v životě vědy“. Lars Onsager na ní vystoupil s příspěvkem, ve kterém nastínil své představy o počátku života na Zemi [12]. Vyšel přitom z diskusí o tomto tématu s německým biofyzikem Manfredem Eigenem, nositelem Nobelovy ceny za chemii z roku 1967.

Během posledních let svého života se Onsager zajímal o problematiku různých biofyzikálních dějů a věnoval se detailnímu popisu relaxačních jevů v elektrolytech. Na podzim roku 1976 měl po návratu z Kanady, kde se účastnil konference o radiační chemii, problémy s dýcháním. Krátce nato – 5. října 1976 – Lars Onsager zemřel.

Americká fyzikální společnost každoročně uděluje Cenu Larse Onsagera (dotovanou deseti tisíci dolary). Je určena na ocenění významných teoretických prací ze statistické fyziky.

### Literatura

1. DEBYE P. W., HÜCKEL E.: *Zur Theorie der Elektrolyte. I. Gefrierpunktserniederung und verwandte Erscheinungen*. Phys. Z. 24 (1923): 185–206, 305–325
2. HEMMER P. C., HOLDEN H., RATKJE S. K.: *The Collected Works of Lars Onsager*. World Scientific Series in 20th Century Physics – Vol. 17., 1996, s. 10–156
3. ONSAGER L.: *Reciprocal relations in irreversible processes*. I a II. Phys. Rev. 37 (405–426) a 38, 1931, (2265–2279)
4. PRIGOGINE I., KONDEPUDI D.: *Modern Thermodynamics*. John Wiley & Sons, Chichester 1998, s. 84–95, 2. vydání
5. PROKŠOVÁ J.: *Entropie na středoškolské úrovni*. Doktorská disertační práce. Praha, MFF UK, 2004, s. 53–59
6. ONSAGER L.: *Solutions of the Mathieu equation of period  $4\pi$  and certain related functions*. Ph.D. thesis. 1935. Department of Chemistry, Yale University
7. BUCHANAN M.: *Všeobecný princip*. Baronet, Praha 2004, s. 79
8. ONSAGER L.: *Crystal statistics. I. A two-dimensional model with an order-disorder transition*. Phys. Rev. 65, 1944, 117–149
9. ONSAGER L., KAUFMAN B.: *Crystal statistics. III. Short-range order in a binary Ising lattice*. Phys. Rev. 76, 1949, (1244–1252)



10. ONSAGER L.: *Diamagnetism in metals*. Proceedings of International Conference in Theoretical Physics, Kyoto a Tokyo, září 1953. Science Council of Japan, Tokyo, 877–880
11. ONSAGER L., PENROSE O.: *Bose-Einstein condensation and liquid helium*. Phys. Rev. 104, 1956, 576–584
12. ONSAGER L.: *Life in the early days*. *Quantum Statistical Mechanics in the Natural Sciences. Coral Gables Conference. 1973*, eds. S. L. Mintz a S. M. Widmayer, Plenum Press, New York, 1–14
13. DURŠPEK J.: *Moderní termodynamika v chemických a biologických procesech*. Diplomová práce. Plzeň, FPE ZČU, 2005, s. 56–64.
14. RUBÍ J. M.: *Dlouhá ruka druhého termodynamického zákona*. Scientific American, listopad 2008, s. 60–65.
15. RUBÍ J. M., REGUERA D., VILAR J. M. G.: *The Mesoscopic Dynamics of Thermodynamic Systems*. Journal of Physical Chemistry B, 2005, díl 109, č. 46, s. 21502–21515 (<http://arxiv.org/abs/cond-mat/0511651>).

### Ilustrační obrázky převzaty z:

[http://www.adressa.no/nyheter/trondheim/byens\\_gater/article1132246.ece](http://www.adressa.no/nyheter/trondheim/byens_gater/article1132246.ece)

<http://www.physics.miami.edu/people/>

### Kontaktní adresa

Jitka Prokšová RNDr. Ph.D.  
OF KMT FPE ZČU v Plzni  
Klatovská 51, 306 14 Plzeň  
Telefon: +420 377 636 307  
E-mail: [proksovj@kmt.zcu.cz](mailto:proksovj@kmt.zcu.cz)

### Výuka fyziky a věci kolem nás

Karel RAUNER

#### Abstrakt

Jednou z příčin poklesu zájmu o fyziku je bezesporu to, že do výuky fyziky se jen velmi pomalu dostávají nové poznatky a velmi málo se využívá fyzikálních principů, na základě kterých pracují věci, které nás obklopují. Žáci a studenti pak vnímají fyziku jako abstraktní vědu a nevidí, že fyzika je všude kolem nás.

### Physics Education and Things around us

#### Abstract

Students's interest in physics is low. One of the causes could be the slow transfer of new findings into physics curriculum. Lots of things around us work on interesting physics principles, but only few of them are discussed in physics education. Students then perceive physics as abstract science and can't see that physics is all around us.

### Výuka fyziky a fyzikální objevy posledních padesáti let.

Na několika shromážděních lidí, kteří se zabývají výukou fyziku, jsem již položil otázku: „Které z fyzikálních objevů posledních padesáti let se dostaly do výuky fyziky na základních a středních školách?“ Pokud někdo odpoví, jedná se prakticky vždy o objevy starší (laser, tranzistor, integrovaný obvod) nebo o pokroky technické (GPS, CD přehrávače, ...). Přitom se v učebnicích fyziky vydávaných před sto lety hojně objevovaly fyzikální objevy z předchozích deseti let.

Příčiny jsou zřejmé: pochopení prakticky všech objevů posledních padesáti let vyžaduje daleko hlubší znalosti fyziky (kvantové fyziky, fyziky pevných látek, ...), než které má žák základní školy či student střední školy.

To ale neznamená, že bychom měli na zařazení moderních poznatků vědy a techniky do výuky fyziky rezignovat. V činnosti moderních a velmi složitých zařízení se často využívají ty nejjednodušší fyzikální zákonitosti. Příkladem mohou být elektronické čtečky knih, které využívají e-ink – elektronický inkoust. Princip elektronického inkoustu je tak jednoduchý, že ho může pochopit žák šesté třídy, který se právě seznámil se silovým působením elektricky nabitých těles. Jsem přesvědčen, že již jen taková zmínka ve výuce fyziky, případně ukázka doprovázená pokusem může pomoci vzbudit zájem o probíranou látku. Podobných příkladů lze nalézt desítky, předpokladem však je alespoň částečná znalost vyučujícího.

### Učebnice fyziky a věci kolem nás

I když význam klasických učebnic vlivem moderních didaktických prostředků stále klesá, jsou klasické papírové učebnice stále základem obsahu učiva. Pokusil jsem se o stručný průzkum učebnic fyziky, používaných na gymnáziích, který by na základě charakteru obrázků měl naznačit, do jaké míry je výuka fyziky spojena s reálným světem a věcmi kolem nás – moderními zařízeními používanými v běžném životě.

Rozdělil jsem obrázky do šesti kategorií, výsledek je v následující tabulce. Pro označení učebnic jsou užity zkratky:

Mch – Mechanika  
 Km – Mechanické kmitání a vlnění  
 Ter – Molekulová fyzika a termika  
 Emg – Elektřina a magnetismus  
 Opt – Optika  
 $\mu$ s – Fyzika mikrosvěta  
 Str – Speciální teorie relativity  
 Ast – Astrofyzika  
 F6 – Fyzika 6 nakladatelství FRAUS

	Mch	Km	Ter	Emg	Opt	$\mu$ s	Str	Ast	F6
obrázky se šípkami	147	14	23	41	82	5	14	0	4
foto z praxe	9	8	18	40	32	33	12	53	336
foto pokusů a přístrojů	12	14	9	19	27	7	0	0	46
nákresy (schémata)	23	3	47	153	52	30	0	44	83
grafy	26	59	40	50	5	11	3	15	1
nákresy pokusů	35	36	61	50	13	14	1	0	44

Tab. 1

Uznávám, že zařazení posledního sloupce tabulky je trochu podpásový úder. Jednak jde o učebnici pro základní školy, která je pro nakladatele výhodnější vzhledem k nákladu a nakladatel si tak může dovolit vyšší výrobní náklady (barevný tisk, kvalita obrázků, častější aktualizace, ...), jednak jsem členem autorského kolektivu. Toto nepřiliš spravedlivé porovnání jsem zařadil proto, aby byly zřejmé moje představy o vztahu výuky fyziky a *věcech kolem nás*.

Analýzu tabulky ponechávám na čtenáři. Je ale zarážející velmi malý počet fotografií z praxe, navíc je většina fotografií u prvních dvou učebnic pouze úvodní celostránkovou fotografií tematického celku. Naopak velké množství *obrázků se šípkami* – vektorových diagramů a nákresů s působícími silami – může svádět studenty k představě o abstraktním charakteru fyziky.

### Věci kolem nás

Pro vytvoření představy o věcech kolem nás, které by mohly být využity ve výuce fyziky, jsem vybral reklamní letáky za poslední týden před konferencí a našel tam následující přístroje a zařízení, které se objevily v posledních padesáti letech:

- televize LCD s LED podsvícením
- televize s plazmovou obrazovkou
- televize Full HD
- televize 3D s brýlemi
- televize s funkcí SMART
- mobilní telefon s AMOLED displejem

- SMARTPHONE
- notebook
- ultrabook
- tablet – i-pad
- elektronická čtečka knih
- externí disk 2TB
- počítačová myš
- paměť USB
- skener
- digitální fotoaparát
- digitální kamera
- dataprojektor
- satelitní komplet
- mikrovlnná trouba
- indukční sporák
- úsporná žárovka
- digitální diktafon
- laserová tiskárna
- přehrávač DVD
- CD přehrávač
- MP3 přehrávač
- Blu Ray přehrávač
- navigace GPS
- digitální váha
- digitální posuvné měřítko
- meteostanice
- dokovací stanice
- joystick

Samozřejmě jsem se zajímal, co z toho je alespoň zmíněno v uvedených učebnicích. V následujícím přehledu jsou uvedeny učebnice s přehledem využití uvedených *věcí*. Tučně jsou vyznačeny *věci*, které jsou podrobněji vysvětleny.

- Mechanika – digitální stopky (zmínka v laboratorních cvičeních)
- Mechanické kmitání a vlnění – počítač, mobilní telefon, satelitní televize
- Molekulová fyzika a termika – počítač
- Elektřina a magnetismus – satelitní televize, mobilní telefon, **LCD televize**
- Optika – počítač, tiskárna, **LCD televize, dataprojektor, CD přehrávač**
- F6 – digitální délková měřidla, digitální váha, digitální stopky, digitální tachometr, digitální anemometr, digitální teploměr, **GPS navigace**, digitální siloměr, úsporná žárovka, mobilní telefon, počítač, mikrovlnná trouba

### Jak dostat věci kolem nás do výuky fyziky

V dostupné prezentaci jsou uvedeny příklady, kdy je možné využít věci ve výuce fyziky. Přehled není samozřejmě vyčerpávající, je věcí učitele, co z toho zařadí. Popis forem, kterými by měly být věci do výuky zařazeny, by asi zasloužil samostatnou publikaci.

- televize LCD – základní barvy (RGB), polarizace vlnění a světla, fyziologie oka (setrvačnost, rozlišovací schopnost), svítivé diody, kapalně krystaly
- televize s plazmovou obrazovkou – výboje v plynech, luminiscence, ultrafialové záření
- televize Full HD – fyziologie oka
- televize 3D s brýlemi – prostorové vidění, fyziologie oka
- mobilní telefon – elektromagnetické vlnění, lokalizace, rychlost světla, svítivá dioda, dotykový displej
- notebook + ultrabook + tablet – i-pad – mikroprocesor, displeje LCD a OLED, polarizace světla, dotykový displej
- elektronická čtečka knih – silové působení elektrických nábojů
- externí disk – magnetické vlastnosti látek, magnetický obvod, hysterezní smyčka, magnetorezistor, elektromagnetická indukce
- počítačová myš – optoelektronické prvky, odraz světla, obvody CCD
- paměť USB – struktury MOS FET, polovodičové paměti
- skener – fotoelektrické jevy, struktury MOS FET, obvody CCD
- digitální fotoaparát + digitální kamera – zobrazení čočkami, fotoelektrické jevy, tranzistor MOS FET a princip CCD, elektronické paměti
- dataprojektor – skládání barev, kapalně krystaly, obvod DMD, zobrazení čočkami
- satelitní komplet – zobrazení zrcadlem, elektromagnetické vlnění (frekvence), stacionární trajektorie družic, rychlost světla, propustnost atmosféry pro elektromagnetické vlnění
- mikrovlnná trouba – elektromagnetické vlnění (frekvence, účinky), molekulární dipóly, polarizace dielektrik, tepelné kmity, Faradayova klec, vnitřní energie, teplo, pokusy s mikrovlnnou troubou
- indukční sporák – elektromagnetická indukce, vířivé proudy, rezistivita, vnitřní energie, teplo, pokusy s indukčním vařičem
- úsporná zářivka – výboje v plynech, ultrafialové záření, luminiscence, úspory energie
- digitální diktafon – digitalizace zvuku, elektronické paměti
- laserová tiskárna – laser, fotoelektrické jevy, elektrostatika
- přehrávač DVD + CD přehrávač + Blu Ray přehrávač – laser, zobrazování čočkami, fotoelektrické jevy, digitalizace obrazu a zvuku, vlnová délka světla
- MP3 přehrávač – digitalizace zvuku, polovodičové paměti, fyziologie sluchu (maskování, ...)
- navigace GPS – komunikační satelity, rychlost světla, souřadnicové systémy
- digitální váha + digitální posuvné měřítko – převodníky neelektrických veličin, přesnost a chyby měření, kapalně krystaly
- meteostanice – převodníky neelektrických veličin, přesnost a chyby měření, meteorologie

Je jasné, že učitel fyziky nemůže podrobně ovládat principy všech uvedených věcí, měl by ale mít alespoň představu, jak věci fungují. Jak již bylo uvedeno, nelze tuto podporu očekávat od učebnic, které se používají desítky let. Je tu ale možnost, jak dostat moderní poznatky k učiteli s minimálním zpožděním. Proto končím výzvou pro ty z nás, kteří jsou schopni popsat funkci věci pro účely výuky fyziky – pište články do časopisu *školská fyzika*, do rubriky *Fyzika kolem nás*.

### Literatura

1. BEDNAŘÍK, M., ŠIROKÁ M. *Fyzika pro gymnázia – Mechanika*. 4.vyd. Prometheus 2011. 292 s. ISBN 80-7196-382-0.
2. LEPIL, O., ŠEDIVÝ P. *Fyzika pro gymnázia – Elektřina a magnetismus*. 6.vyd. Prometheus 2010. 346 s. ISBN 80-7196-385-1.
3. BARTUŠKA, K., SVOBODA E. *Fyzika pro gymnázia – Molekulová fyzika a termika*. 4.vyd. Prometheus 2002. 134 s. ISBN 80-7196-200-7.
4. LEPIL, O. *Fyzika pro gymnázia – Mechanické kmitání a vlnění*. 3.vyd. Prometheus 2003. 132 s. ISBN 80-7196-216-3.
5. LEPIL, O. *Fyzika pro gymnázia – Optika*. 4.vyd. Prometheus 2010. 208 s. ISBN 80-7196-384-4.
6. ŠTOLL, I. *Fyzika pro gymnázia – Fyzika mikrosvěta*. 4.vyd. Prometheus 2010. 196 s. ISBN 80-7196-386-8.
7. BARTUŠKA, K. *Fyzika pro gymnázia – Speciální teorie relativity*. 3.vyd. Prometheus 2003. 64 s. ISBN 80-7196-209-0.
8. MACHÁČEK, M. *Fyzika pro gymnázia – Astrofyzika*. 2.vyd. Prometheus 2008. 160 s. ISBN 80-7196-376-9.
9. RAUNER, K., HAVEL, V., HÖFER, G., KEPKA, J., PETŘÍK, J., PROKŠOVÁ, J. *Fyzika 6 – učebnice pro šestý ročník ZŠ a primu víceletých gymnázií*. 1.vyd. Fraus 2004. 120 s. ISBN 80-7238-210-1.
10. <http://sf.zcu.cz/cs/clanek/5-informace>

### Kontaktní adresa

doc. Dr. Ing. Karel Rauner  
oddělení fyziky KMT, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni  
Adresa pracoviště: KMT FPE, Západočeská univerzita v Plzni, Univerzitní 8, 306 14 Plzeň  
Telefon: +420 377 636 314  
E-mail: rauner@kmt.zcu.cz

### **Příprava budoucích učitelů fyziky na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci**

Lukáš RICHTERK

#### **Abstrakt**

V příspěvku jsou popsány základní aspekty přípravy budoucích učitelů fyziky na PřF UP v Olomouci, která byla inovována podle principů modulárního systému. Třebaže v této podobě je ve výuce realizována teprve prvním rokem, je možné shrnout první zkušenosti.

### **Preparation of future Physics teachers at the Science Faculty of the Palacký University in Olomouc**

#### **Abstract**

The paper describes the basic aspects of future physics teachers preparation at the Faculty of Science at the Palacký University in Olomouc, which was innovated according to the principles of the modular system. Although it is in practice realized for the first year now, we already can share our first experience.

#### **Úvod**

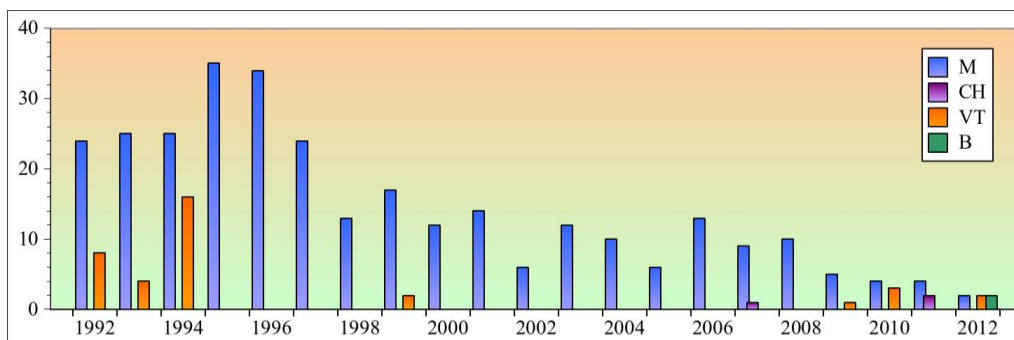
Příprava učitelů fyziky má na PřF UP v Olomouci, která si letos připomíná šedesáté výročí svého vzniku, dlouholetou tradici sahající k zahájení činnosti Pedagogické fakulty UP v roce 1946. Za tuto dobu působila v Olomouci řada osobností, které se nejen podílely na přípravě několika generací učitelů, ale zároveň se aktivně a významně zapojily do tvorby učebnic, osnov, metodických materiálů a pomůcek pro výuku dodnes používaných v praxi na školách. K nejvýraznějším autorům vedle *prof. Josefa Fuky* patří *dr. Milan Bednařík*, *doc. Miroslava Široká* s manželem *dr. Jaromírem Širokým*, *doc. Jan Žouželka* a především *doc. Oldřich Lepil*. Pracoviště fakulty byla řadu let garantem časopisu *Matematika a fyzika ve škole*, na který v roce 1991 navázal časopis *Matematika-fyzika-informatika*, z iniciativy olomoucké pobočky Jednoty československých matematiků a fyziků vznikla v roce 1959 soutěž pro studenty středních škol, jež se postupně rozrostla na dnešní Fyzikální olympiádu. Je proto přirozené, že se tuto zavazující tradici snažíme rozvíjet dále.

#### **Akreditované studijní programy a jejich absolventi**

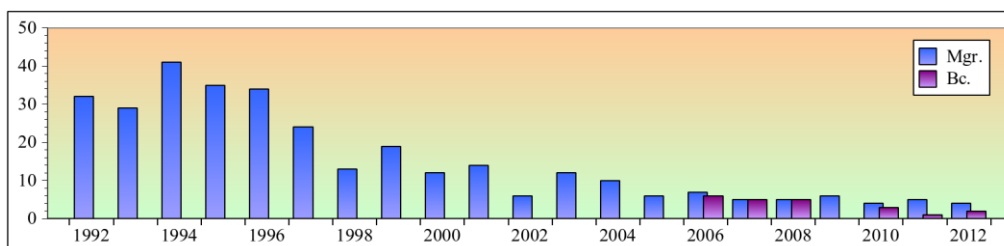
V rámci studijního programu *Fyzika* nabízí PřF UP tři akreditované didakticky orientované obory: bakalářský *Fyzika se zaměřením na vzdělávání*, navazující magisterský *Učitelství fyziky pro střední školy* a doktorský *Didaktika fyziky* (ve spolupráci s Pedagogickou fakultou Masarykovy univerzity v Brně). I když je učitelství fyziky nabízeno v kombinacích s několika dalšími předměty (chemií, biologií, geografii, výpočetní technikou), z přehledu počtu absolventů na obr. 1 je zřejmé, že i v posledních dvou desetiletích se nejvíce na počtu úspěšných studentů podílela tradiční a osvědčená kombinace fyziky s matematikou. Obrázek také dokládá, že právě v této kombinaci a v kombinaci s výpočetní technikou byl zároveň zaznamenán

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

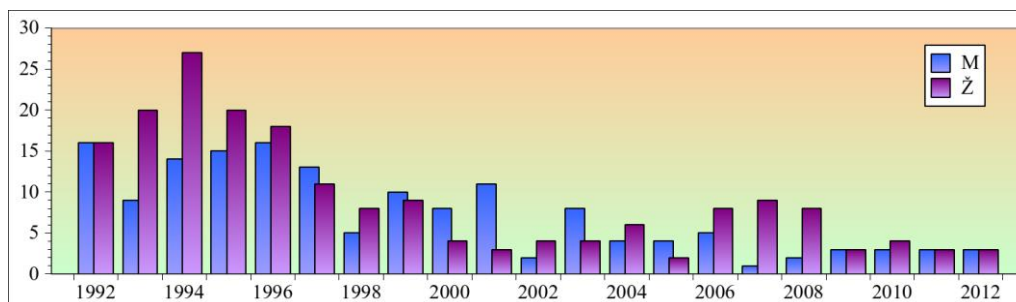
největší pokles zájmu oproti počátku devadesátých let dvacátého století. Ze srovnání počtu absolventů bakalářského a magisterského stupně na obr. 2 vyplývá, že rozdělení studia na dva stupně (první absolventi bakalářského studia se objevují v roce 2006) se zejména v posledních letech příliš neprojevuje a počet absolventů je v obou stupních přibližně stejný. Na obr. 3 je pak srovnání počtu absolventů a absolventek, z něhož je patrný pokles zájmu především dívek o studium učitelství fyziky ve srovnání s počátkem devadesátých let.



Obr. 1: počty absolventů učitelství fyziky na PFF UP v posledních dvaceti letech v podle druhého aprobačního předmětu (M – matematika, CH – chemie, VT – výpočetní technika, B – biologie); zdroj dat [8]



Obr. 2: počty absolventů bakalářského a magisterského studia učitelství fyziky na PFF UP; zdroj dat [8]



Obr. 3: „genderový profil“ absolventů studia učitelství fyziky na PFF UP za posledních 20 let; zdroj dat [8]

### Modularizace studijního programu

Pojem modul se používá v různých oborech pro označení relativně samostatné jednotky určitého celku. Pojmem vzdělávací modul lze pak chápat jako různě rozsáhlou, relativně ucelenou část vzdělávacího programu, která splňuje následující kritéria:

- umožňuje definovat vzdělávací obsah a určitý soubor učebních činností a situací,
- má jasně definované vzdělávací cíle a specifikovanou funkci,



- je relativně samostatnou jednotkou a je možno jej zapojit do rozmanitých vzdělávacích cest či směrů studia,
- má definované výsledky a jejich hodnocení,
- umožňuje propojení s ostatními moduly.

S ohledem na tyto požadavky a v souladu s některými zahraničními inspiracemi (viz např. [1]) jsme se pokusili navrhnout schéma profesní a odborné přípravy budoucích učitelů přírodovědných předmětů a matematiky. Vzhledem k tomu, že u nás neexistují zažité předepsané kompetence a standardy pro profesní a odbornou složku počáteční přípravy učitele, bylo nutné tyto kompetence a standardy vytvořit (viz [3,4]). Na jejich základě pak byly definovány cíle, obsah, očekávané výstupy a hodnocení jednotlivých modulů.

Při rozdělení studia na studium bakalářské a navazující magisterské v předchozích letech došlo na PřF ke výraznému spojení výuky odborných předmětů pro učitelské a neučitelské obory. Předměty tedy nebyly koncipovány s ohledem na vzdělávací potřeby studenta učitelství fyziky na základních a středních školách. Proto jsme se při modularizaci studijního plánu snažili zaměřit právě na zvýraznění těchto potřeb a o korekci některých parametrů v minulosti nastaveného kreditového systému, který po postupném zavádění nových volitelných předmětů nakonec umožňoval studentům vyhnout se některým důležitým partiím fyziky. V rámci projektu *Modularizace a modernizace studijního programu počáteční přípravy učitele fyziky* byl vytvořen systém 10 povinných modulů, zahrnujících jak teorii, tak i semináře a praktická cvičení, v nichž navíc došlo k obsahovým inovacím (viz tabulka 1 a tabulka 2).

Název předmětu	Kredity	Rozsah výuky Př+Cv+Sem	Zakončení	Ročník/ Semestr
Mechanika a akustika	8	3+3+2	Zk, ZÁ, Ko	1/Z
Molekulová fyzika a termodynamika	6	2+2+2	Zk, Ko, ZÁ	1/L
Elektrina a magnetismus	8	3+3+2	Zk, ZÁ, ZÁ	2/Z
Optika	9	4+3+2	Zk, Ko, ZÁ	2/L
Atomová a jaderná fyzika	8	3+3+2	Zk, Ko, ZÁ	3/Z
Teorie relativity a astronomie	5	3+0+2	Zk, ZÁ	3/L

Tab. 1: přehled nově navržených povinných fyzikálních modulů bakalářského studia, celkový počet kreditů 44

Název předmětu	Kredity	Rozsah výuky Př+Cv+Sem	Zakončení	Ročník/ Semestr
Základy moderní fyziky	5	3+0+2	Zk, ZÁ,	1/Z
Didaktika fyziky	8	4+0+4	Zk, ZÁ	1/Z
Školní pokusy	6	0+6+0	Ko	1/L
Fyzika pevných látek	4	2+0+2	Zk, ZÁ	2/Z
Integrovaný kurz fyziky	4	2+0+2	Zk, Ko, ZÁ	2/L

Tab. 2: přehled navržených povinných modulů navazujícího magisterského studia, celkový počet kreditů 27

Vycházeli jsme přitom z přesvědčení, že nabídka nově vytvořených 10 modulů vyjde lépe a účinněji vstříc potřebám a zaměření studia učitelství fyziky a vytvoří i potenciál pro případnou nabídku kombinované formy studia učitelství fyziky, jejíž potřeba může časem narůstat s ohledem na malý počet absolventů učitelství fyziky v celé ČR a na potenciální nedostatek aprobovaných učitelů tohoto předmětu. Navržený systém modulů by tak měl rovněž umožnit neaprobovaným učitelům fyziky doplnit si svou kvalifikaci, popř. si ji rozšířit z aproby pro základní školy i na školy střední. Zároveň jsme si kladli za cíl využít této příležitosti k inovaci, většímu využití moderních výukových metod a alternativních způsobů hodnocení v modulech včetně ICT (e-learningové prostředí Moodle apod.). Více informací včetně volně dostupných studijních textů lze nalézt na stránkách oddělení didaktiky fyziky garantující katedry experimentální fyziky i na stránkách projektu [6,7].

### Související pedagogicko-psychologická příprava

Na přípravu v aprobačních předmětech úzce navazuje i příprava v oblasti pedagogicko-psychologických disciplín. K tomuto účelu bylo před několika lety našim Centrem pedagogické přípravy (více informací viz [5]) navrženo tzv. *portfolio* jako nástroj k hodnocení práce studenta v delším časovém intervalu. Umožňuje hodnotit studentovy pokroky v učení, jeho zlepšování, rozvoj a vývoj v chápání pedagogicko-psychologických konceptů, jeho postoje k pedagogické praxi. Součástí portfolio jsou kvalitní seminární práce, eseje o didaktice, psychologii a pedagogice, kvalitně vytvořené přípravy z průběžné a souvislé pedagogické praxe podle výběru studenta; obhajoba portfolio je pak důležitou součástí státní závěrečné zkoušky z pedagogiky a psychologie. Cílem je uspořádání, reflektování a prezentování dosavadních profesních zkušeností, znalostí, dovedností bezprostředně souvisejících s přípravou na učitelskou profesi před vstupem do praxe. Vítanou součástí bývá fotodokumentace, dále videozáznamy, připravené pracovní listy, pomůcky, produkty žáků, hodnocení studenta vedoucím učitelem na souvislé praxi.

Nedílnou součástí oborové didaktické přípravy je i pravidelné zapojení studentů do popularizačních aktivit fyzikálních pracovišť PŘF UP i celé fakulty pro školy a veřejnost (organizace Fyzikální olympiády, Přírodovědného jarmarku, Olomouckého fyzikálního kaleidoskopu, Univerzity dětského věku, Jednoho dne s fyzikou, soutěže First Lego League, letních škol apod.), kde získávají důležité zkušenosti v práci s žáky, s demonstrací a vysvětlováním fyzikálních jevů (více o těchto akcích viz např. [6]).

### První zkušenosti s modularizací studia

V tradičně organizované univerzitě není jednoduché implementovat modulární systém včetně odpovídajícího kreditního systému. Dodejme také, že modulární přístup není vždy přijímán bez výhrad, např. Konrad Liessmann [2] mu v obecné rovině vyčítá malé respektování vnitřní struktury oborů a neadekvátní inspiraci v postupech průmyslové výroby pro učení a vzdělávání. Přesto i za poměrně krátkou dobu využívání vytvořených modulů a studijních podpor byly získány určité zkušenosti: poměrně pozitivní hodnocení studenty (zjišťováno dotazníky) a poměrně velký počet návštěv webových stránek projektu, kde jsou volně dostupné studijní materiály.

Zároveň se ale projevují i některé aspekty, na něž bude nutné se v budoucnu více zaměřit. V rámci modulu na sebe mají těsně navazovat přednášky, semináře a laboratorní cvičení s tím, že student má během semestru důkladněji koncentrovat svou pozornost na menší počet modulů a ne se věnovat více různým předmětům jako doposud.

První zkušenosti ukazují, že sloučení laboratorních cvičení s přednáškami a semináři do jednoho semestrálního bloku je organizačně mnohem náročnější, zvláště když část neučitelských oborů absolvuje laboratorní cvičení v jiném, tradičním schématu o semestr později. V modulárním systému je také třeba daleko pečlivěji ošetřit návaznost laboratorních cvičení na přednášky a cvičení tak, aby teoretická příprava vždy tematicky předcházela experimentální práci v laboratoři.

### Závěr

Věříme, že navrhovaný systém modulů je možno alespoň z části využít nejen v oblasti profesní přípravy učitelů přírodovědných předmětů, ale i v dalším vzdělávání učitelů, v budoucnosti je možné doplňovat i další moduly. Otevírá se tak prostor pro spolupráci s ostatními fakultami vzdělávajícími učitele nejen v rámci Univerzity Palackého. O dalších průběžně získávaných zkušenostech budeme pochopitelně dále informovat.

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu *Modularizace a modernizace studijního programu počáteční přípravy učitele fyziky* reg. č. CZ.1.07/2.2.00/18.0018. Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

### Literatura

1. BETTS, M.; SMITH, R. *Developing the Credit-Based Modular Curriculum in Higher Education: Challenge, Choice and Change*. Routledge, 1998. 192 s. ISBN 0-7507-0890-5.
2. LIESSMANN, K. P. *Teorie nevzdělanosti*. Praha: Academia, 2009. 125 s. ISBN 978-80-200-1677-5.
3. NEZVALOVÁ, D. *Pedagogická praxe v počáteční přípravě učitelů přírodovědných předmětů a matematiky*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2007. 68 s. ISBN 978-80-244-1692-2.
4. NEZVALOVÁ, D. a kol. *Kompetence a standardy v počáteční přípravě učitelů přírodovědných předmětů a matematiky*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2007. 64 s. ISBN 978-80-244-1693-9.
5. *Centrum pedagogické přípravy Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci*. Dostupné na World Wide Web: <<http://cpp.upol.cz>> [cit. 2013-04-21].
6. *Katedra experimentální fyziky – oddělení didaktiky fyziky*. Internetové stránky oddělení. Dostupné na World Wide Web: <<http://exfyz.upol.cz/didaktika/>> [cit. 2013-4-21].
7. *MoFyz: Modularizace a modernizace studijního programu počáteční přípravy učitele fyziky*. Internetové stránky projektu. Dostupné na World Wide Web: <<http://mofy.upol.cz>> [cit. 2013-4-21].
8. *Portál absolventů PřF*. Dostupné na World Wide Web: <<http://absolventiprf.upol.cz>> [cit. 2013-04-21].

### Kontaktní adresa

Mgr. Lukáš Richterek, Ph. D.  
Katedra experimentální fyziky Přírodovědecké fakulty UP  
17. listopadu 1192/12, 771 41 Olomouc  
Telefon: +420 585 634 103  
E-mail: lukas.richterek@upol.cz

### **Aplikace aktuálních vědeckých poznatků do výuky fyziky v terciárním vzdělávání**

Filip STUDNIČKA, Petr ŠEBA, Daniel JEZBERA, Jan KRÍŽ

#### **Abstrakt**

Příspěvek je zaměřen na výsledky aplikace studia invariantů diferenciální geometrie na analýzu naměřených biomedicínských signálů. Z didaktického hlediska jde o vzájemné propojení zdánlivě nesouvisejících oblastí matematiky a aplikované fyziky za účelem získání nových poznatků, využitelných zejména studenty lékařských fakult i již praktikujícími lékaři.

### **Application of current scientific results into physics teaching in tercial education**

#### **Abstract**

The paper shows the results of applying study of differential geometry invariants on the processing of measured biomedical signals. From the didactic point of view the paper shows some new options emerging from linking seemingly unrelated areas of mathematics and applied physics which can be used in teaching the students of medical schools and by physicians.

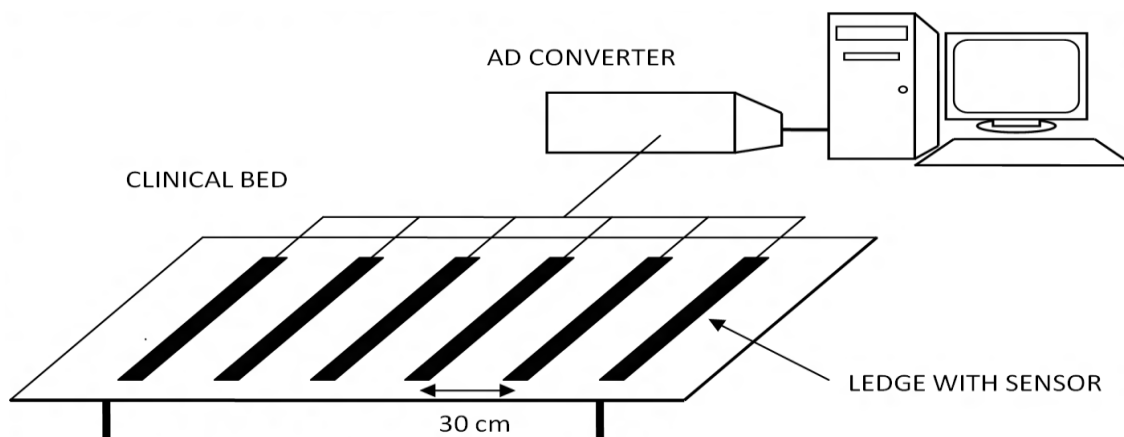
#### **Balistokardiografie**

Hledání nových metod pro neinvazivní měření fyziologických hodnot člověka se stalo v poslední době velmi diskutovanou oblastí [1]. Tento článek se zabývá právě neinvazivním měřením tepové frekvence. Standardní metoda měření tepové frekvence spočívá v provedení záznamu pomocí elektrokardiogramu (EKG). EKG funguje na principu měření elektrické aktivity srdce pomocí svodů umístěných na těle pacienta. Mezi další metody záznamu srdečního tepu patří měření pomocí fotopletysmografu, který snímá průtok krve v různých periferních cévách. Společným znakem obou metod je nutnost přímého připojení člověka na určitý typ senzoru. Nežádoucím efektem těchto způsobů měření je stres a nepohodlí pacienta, což má za následek nepřírozenou změnu tepové frekvence.

Balistokardiografie (BKG) je metoda měření mechanických pohybů lidského těla způsobených pohybem srdečního svalu [2]. Umístíme-li do kontaktu s člověkem senzor měřící zrychlení, dokážeme na principu akce a reakce zaznamenat velice drobné výchylky, které vykazují stejnou periodicitu jako srdeční cyklus. Záznam z těchto senzorů tvoří velice komplikovanou křivku, která je mimo jiné závislá na místě umístění senzoru a poloze člověka vůči němu. Jako nejvhodnější snímací sensory se po mnoha testech ukázaly být senzory založené na piezoelektrickém jevu. Tyto senzory se skládají ze dvou tenkých vrstev vodiče, mezi kterými je dielektrická vrstva. Deformací těchto vrstev se na vrstvách vodiče indukuje náboj, který se vybíjí přes vhodný nábojový zesilovač. Výsledný signál lze poté přes AD převodník zobrazit v počítači a dále zpracovávat.

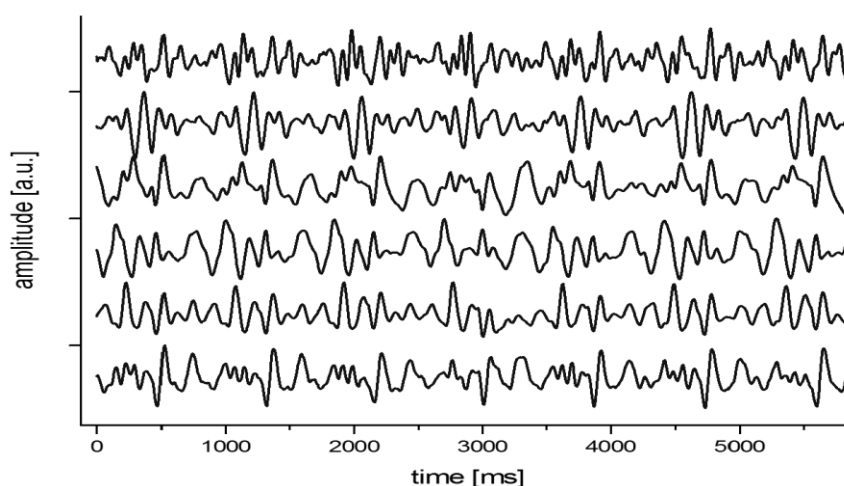
### Měření v nemocnicích

Již byla uskutečněna řada experimentů v nemocničním prostředí, kdy došlo k získání desítek balistokardiografických záznamů pacientů kardiologického oddělení nemocnice IKEM. U pacientů byla současně zaznamenávána tepová frekvence i pomocí EKG, které slouží jako referenční signál. Pro měření byla použita šestice piezoelektrických senzorů umístěných na plastových lištách o délce 60 cm. Tyto lišty sloužily k mechanickému zesílení signálu. Lišty byly umístěny pod matrací ve vzdálenostech 30 cm od sebe (viz obr. 1). Signál byl dále přes nábojové zesilovače veden do 20 bitového AD převodníku, který byl pomocí USB připojen k počítači. Vzorkovací frekvence byla 1 kHz.



Obr. 1. Schéma měřicí aparatury

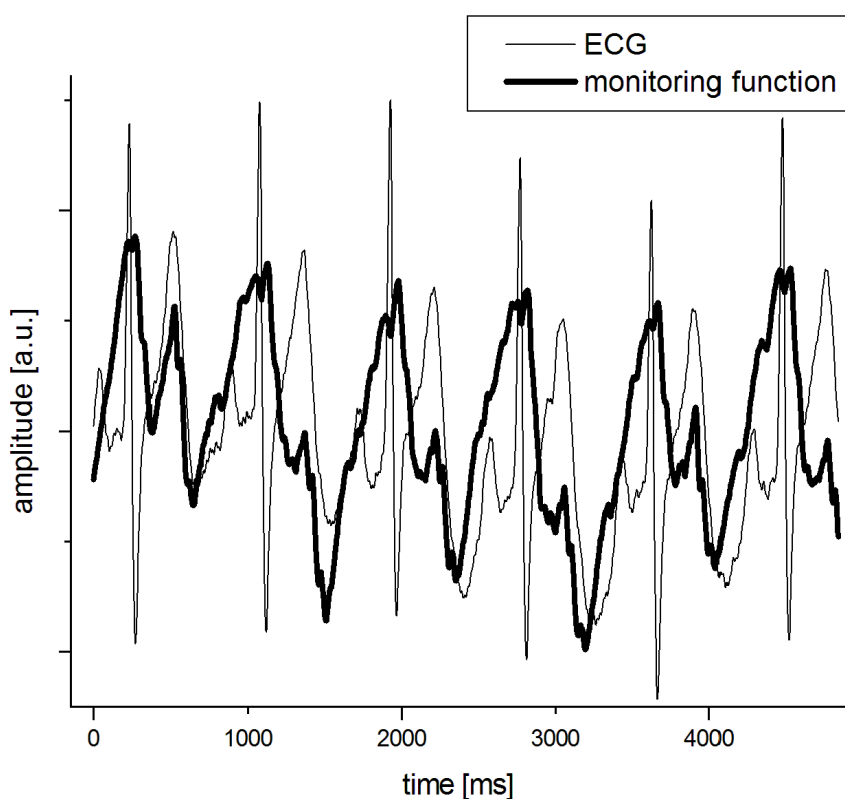
Výsledný signál z šestice senzorů je na obr. 2. V signálech jsou jasně vidět periodicky se opakující obrazce se stejnou periodicitou jako je srdeční cyklus. Na principu učení se tvaru těchto obrazců a jejich následném hledání je založen algoritmus pro určování tepové frekvence použitý např. v [3]. Tento algoritmus však projevuje značnou nepřesnost při změně polohy člověka na lůžku a i s jeho pouhým otočením na bok.



Obr. 2. Nezpracované signály ze senzorů umístěných pod matrací lůžka. Na x-ové ose je čas v ms, na y-ové ose je amplituda signálu v a.u. Křivky jdou shora dolů od hlavy k nohám.

### Matematické koncepty

Pro zpracování signálů používáme metodu představenou v [4] a [5]. Principem této metody je nahlížení na  $n$ -tici signálů jako na projekce určité křivky v prostoru  $\mathbf{R}^n$ . Tato křivka, popisující srdeční cyklus, pak musí být invariantní vůči rotaci a translaci, stejně jako je se tepová frekvence člověka nemění při jeho otočení na bok nebo posunutí na lůžku. Křivka tedy musí být invariantní vůči grupě  $SO(3) \times \mathbf{R}^n$ . Jako vypočtený invariant této křivky byla použita délka oblouku křivky v závislosti na čase. Pokud je od tohoto invariantu odečten přirozený lineární trend, je výsledkem křivka (nazývaná monitorovací funkce, viz [4]) s jednoznačně identifikovatelnými peaky přímo souvisejícími s jednotlivými údery srdce, viz obr. 3. Tepovou frekvenci mezi dvěma údery srdce lze poté určit jako  $f [1/\text{min}] = 60\,000 / \text{doba mezi sousedními peaky [ms]}$ . Tato tepová frekvence je poté vyhlazena klouzavým průměrem přes 60 sekund.



Obr. 3. Porovnání signálu EKG s monitorovací funkcí.

### Výsledky z měření v nemocnici

V nemocnici se zatím podařilo naměřit zhruba 100 člověkohodin (jednotka nezávislá na výměně pacientů na lůžku). Během této doby dosahovala přesnost tepové frekvence vypočtené pomocí monitorovací funkce více než 98 % oproti tepové frekvenci určené z EKG. Průměrná odchylka tepové frekvence určené pomocí monitorovací funkce oproti tepové

frekvence určené pomocí EKG byla spočítána jako  $\text{odchylka [\%]} = \frac{\sum_{i=1}^n |t_M \cdot 100 / t_{EKG} - 100|}{n}$ ,

kde  $n$  je počet tepů,  $t_M$  je tepová frekvence určená pomocí monitorovací funkce a  $t_{EKG}$  je tepová frekvence určená pomocí EKG.

### Možnosti využití v didaktice

Princip měření tepové frekvence pomocí balistokardiografického monitoru založeném na piezoelektrických senzorech je vzhledem k pořizovací ceně vhodnou učební pomůckou pro biofyzikální praktika vyučovaná na lékařských fakultách. Je možné studenty seznámit s moderními neinvazivními a neobtěžujícími metodami měření tepové frekvence.

Systém založený na stejném principu jako měření v nemocnici lze také adaptovat na měření na libovolné židli. Byly provedeny experimenty, kdy samostatné piezoelektrické senzory byly umístěny v sedací části židle, a proběhlo testování pro měření tepové frekvence. Podobné experimenty již byly provedeny např. [6], ovšem dá se očekávat, že systém prezentovaný v [4] bude méně náchylný na drobné pohyby figuranta. Tento způsob monitorování může velice pomoci při přesnějším určování tepové frekvence studentů při řešení fyzikálních úloh, jak bylo prezentováno např. v [7].

### Literatura

1. PINHEIRO, E., POSTOLACHE, O., GIRAO, P., *Open Biomed. Eng. J.* **4**, 201 (2010).
2. BARON, A. C., *Rev. Colomb. Cardiol.* **16**, no. 1, pp 5-10, (2009).
3. FRIEDRICH, D., AUBERT, X. L., FUHR, H., BRAUERS, H., *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.*, 2010:4048-51 (2010).
4. STUDNIČKA, F., *Acta Physica Polonica A*, **120** (2011), A-154.
5. KRÍŽ, J., ŠEBA, P., *Nonlin. Biomed. Phys.* **2**, 1 (2008).
6. ANTONEN, J., SURAKKA, V., *CHI 05 Proc. of the SIGCHI Conf. on Hum. Fact. in Comp. Syst*, pp 491-499, (2005).
7. BLASIAK, W., GODLEWSKA, M., ROSIEK, R., WCISLO, D., *Eur. J. of Phys.*, **33**, 3, pp 565-571, (2012).

#### Kontaktní adresa

Mgr. Filip Studnička  
Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta  
Univerzita Hradec Králové  
Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové  
Telefon: +420 608 866 657  
E-mail: filip.studnicka@uhk.cz

#### Kontaktní adresa

prof. RNDr. Petr Šeba, DrSc.  
Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta  
Univerzita Hradec Králové  
Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové  
Telefon: +420 493 331 555  
E-mail: petr.seba@uhk.cz

#### Kontaktní adresa

RNDr. Daniel Jezbera  
Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta  
Univerzita Hradec Králové  
Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové  
Telefon: +420 493 331 175  
E-mail: daniel.jezbera@uhk.cz

#### Kontaktní adresa

RNDr. Jan Kříž, Ph.D.  
Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta  
Univerzita Hradec Králové  
Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové  
Telefon: +420 493 331 190  
E-mail: jan.kriz@uhk.cz

### Bližší pohled na jedno souhvězdí

Zuzana SUKOVÁ

#### Abstrakt

Podíváme-li se za jasného večera na oblohu, můžeme vidět stovky hvězd. Stejný pohled se naskytoval i našim předkům, kterým jednotlivá seskupení připomínala bájná hrdiny, zvířata i předměty. Takto vzniklo i pojmenování souhvězdí Orion. Jak ale spolu jednotlivé hvězdy v souhvězdí souvisejí? Co o nich můžeme zjistit zajímavého a jaký model si vytvořit?

### A closer look at one constellation

#### Abstract

If we look in the clear night sky, we can see hundreds of stars. The same view came along also to our ancestors, for whom the each grouping of stars remained mythical heroes, animals and also objects. And thus the name of the constellation Orion was formed. But how the stars in the constellation relate to each other? What interesting can we find out about them and which model can we create?

#### Úvod

Myslím si, že hvězdná obloha fascinovala naše předky odnepaměti. Pomáhala jim v orientaci (například při mořeplavbě) nebo určování roční doby (například záplavy v Egyptě přicházely pravidelně několik dní po objevení hvězdy Sírius nad obzorem). Proto na nebi hledali už naši předci výrazná seskupení hvězd, z nichž některá dodnes tvoří známá souhvězdí. Například i souhvězdí Orion, kterému se budeme věnovat i dále, patřilo mezi 48 souhvězdí popsanych Ptolemaiem již ve 2. století našeho letopočtu. [1]

Minimálně už ve starověku si také lidé všimli, že některé „hvězdy“ se pohybují jinak, jakoby putují po obloze a tak získaly své jméno planety (z řeckého planētēs – poutník). Přestože ale lidé znali Měsíc, Slunce a 5 planet (Merkur, Venuše, Mars, Jupiter a Saturn), pokládali Zemi za střed vesmíru, okolo kterého vše obíhá a hvězdy vnímali jako nepohyblivé body na obloze, tzv. sfěře stálic. Podle mnohých astronomů ve starověku i středověku byly všechny hvězdy neměnné, stálé a stejně daleko. Souhvězdí pro ně byl útvar skládající se z hvězd, které spolu souvisejí. Ale dnes víme, že je to vše jinak. Vědí to ale i naši žáci? [1, 4]

#### Projekt „Bližší pohled na jedno vzdálené souhvězdí“

Protože hvězdám není v našem Rámcovém vzdělávacím programu věnováno příliš mnoho prostoru, navrhla jsem krátkodobý projekt, jehož cílem je mimo jiné žáky seznámit s hvězdami, v astronomii používanými veličinami popisující hvězdy a ukázat jim, zda spolu hvězdy v souhvězdí nějak souvisejí a zda se jedná o shodné neměnné objekty umístěné od Země stejně daleko, jak si mysleli naši předci. Vybrala jsem si k tomu asi nejznámější zimní souhvězdí Orionu. Důvodů jsem k tomu měla několik – snad všichni studenti jej znají a najdou na obloze, je tvořen velmi výraznými a jasnými hvězdami (2 z nich – Betelgeuse a



Rigel – jsou součástí zimního mnohoúhelníku), a přesto se jedná o hvězdy velmi rozdílné z hlediska jejich poloměru, povrchové teploty, vzdálenosti i jiných parametrů. [1, 2, 3, 4]

Cílem projektu právě bylo, aby žáci devátého ročníku nebo odpovídajících ročníků víceletých gymnázií sami přišli na tyto rozdíly a zpracovali je do podoby počítačové prezentace, plakátu či je prezentovali libovolným jiným způsobem.

Jednalo se sice o projekt věnovaný astronomii (v České republice obvykle vyučované v rámci předmětu fyzika nebo seminář z fyziky), ale žáci při jeho řešení využívali stávající i získávali nové poznatky a dovednosti z oblasti práce s počítačem (zejména vyhledávání na internetu), a z anglického jazyka (práce s anglicky psaným textem).

Projekt je koncipován jako skupinový, kde jednotlivé skupiny tvoří v závislosti na velikosti třídy 3–4 žáci. Pro hladký průběh projektu je potřeba každé skupině poskytnout alespoň 2 počítače s přístupem na internet. V dnešní době, kdy výzkum v oblasti přírodních věd (astronomii rozhodně nevyjímaje) postupuje mílovými kroky vpřed, je vhodné učit žáky hledat informace na internetu, protože v tištěné podobě jsou velmi rychle po vydání knihy zastaralé (zvláště, jedná-li se o překlad z cizího jazyka).

Jak již název projektu napovídá, úkolem skupin bylo podívat se nejen na souhvězdí Orion jako celek (jeho umístění na obloze, viditelnost během roku, původ jména, ...), ale i na jednotlivé hvězdy (jejich vzdálenost od Země, jejich poloměr a hmotnost, povrchovou teplotu, věk, ...). Učitel nechá žáky ve skupinách najít a porovnat parametry popisující vlastnosti hvězd a stává se „pouhým“ poradcem, který žáky směřuje návodnými otázkami k řešení problému, podněcuje diskusi ve skupinách a případně konzultuje dílčí výsledky. [4, 5]

Původně jsem projekt plánovala jako dvouhodinový a v této podobě jsem jej také poprvé ověřila v dubnu 2013 na Gymnáziu J. Š. Baara v Domažlicích. K dispozici jsem měla polovinu třídy odpovídající devátému ročníku základní školy. Po zpracování výsledků a připomínek většiny žáků na nedostatek času jsem se ale rozhodla celý projekt rozšířit na 3 vyučovací hodiny, aby měli žáci dostatek času na hledání a zpracování a následné prezentování úkolu.

### Ukázka zpracování projektu žáky

Název	Vzdálenost	Hmotnost	Věk	Zářivý výkon	Teplota	Barva
Betelgeuse	640 ly	14 $M_{\text{Slunce}}$	7,3 mil let	120 000 $L_{\text{Slunce}}$	3 400 K	červená
Rigel	860 ly	18 $M_{\text{Slunce}}$	8 mil let	126 000 $L_{\text{Slunce}}$	12 100 K	modrá
Bellatrix	250 ly	8,4 $M_{\text{Slunce}}$	20 mil let	6 400 $L_{\text{Slunce}}$	22 000 K	modrá
Mintaka	900 ly	20 $M_{\text{Slunce}}$	4,5 mil let	90 000 $L_{\text{Slunce}}$	31 800 K	modrá
Alnilam	1 300 ly	–	–	275 000 $L_{\text{Slunce}}$	27 000 K	modrá
Alnitak	700 ly	28 $M_{\text{Slunce}}$	–	100 000 $L_{\text{Slunce}}$	30 000 K	modrá
Saiph	650 ly	16 $M_{\text{Slunce}}$	1,1 mil let	56 900 $L_{\text{Slunce}}$	26 500 K	modrá

Tab. 1 Ukázka srovnání parametrů hvězd

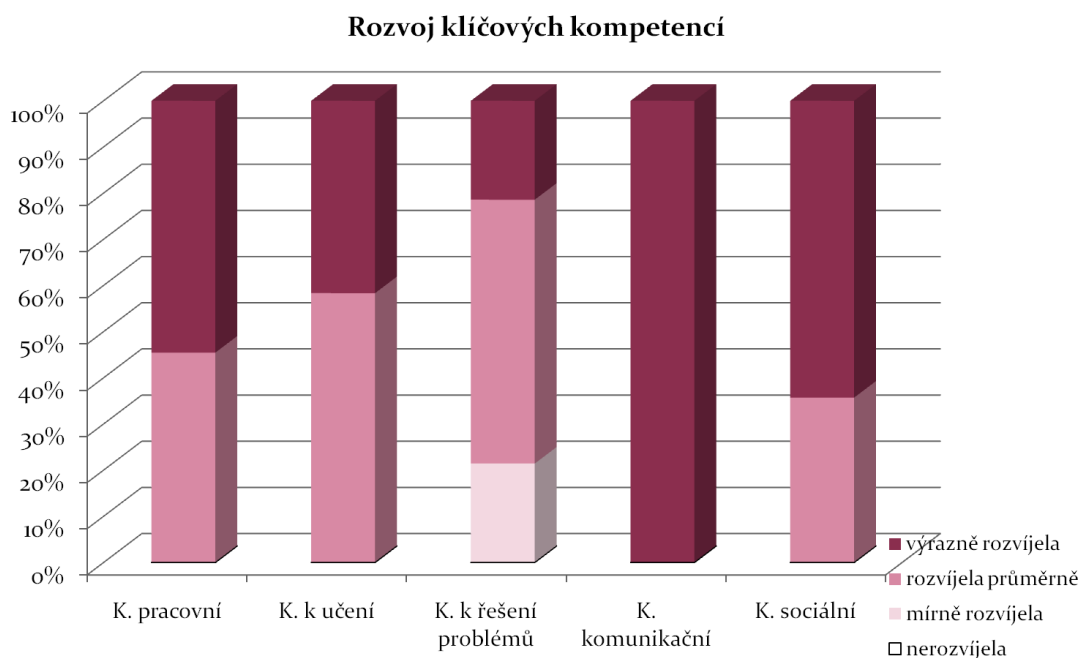
Při aplikování projektu v dubnu 2013 na Gymnáziu J. Š. Baara v Domažlicích jsem měla k dispozici 4 skupiny po 3–4 žácích. Tři skupiny si zvolily jako formu výstupu prezentaci vytvořenou v programu PowerPoint a jedna skupina zvolila vytvoření plakátu. Jako ukázkou výstupu žáků jsem zvolila tabulku srovnání parametrů sedmi nejznámějších hvězd v sou-

hvězdí Orionu, která je uvedena výše jako tab. 1. Žáci při ústním prezentování navíc vždy uváděli, čím se jednotlivé hvězdy liší a jaké z toho plynou následky.

### Výzkum efektivity projektového vyučování

V rámci ověřování projektu probíhalo dotazníkové šetření, kdy jsem mimo jiné zjišťovala nastavení projektu z pohledu možnosti rozvoje klíčových kompetencí pracovních, k učení, k řešení problému, komunikačních a sociálních. Dotazník byl formou výběru ze tří možností popisujících činnosti žáků během projektového vyučování. Žáci vybírali tu situaci, která nejlépe vystihovala jejich způsob práce. Dotazník byl sestaven a vyhodnocen pod odborným vedením Mgr. Vladimíry Lovasové, Ph.D.

Následující graf naznačuje, které kompetence mohl projekt rozvíjet a do jaké míry. Oproti očekávání nejlépe nedopadly kompetence k učení nebo k řešení problémů, ale komunikační a následně sociální. Kompetence k řešení problému dopadla v porovnání s ostatními nejhůře, ale i přesto by alespoň k průměrnému rozvoji došlo u 80 % žáků. Protože byl projekt zatím ověřen pouze pilotně u 14 žáků, nemůžeme z takto malého počtu usuzovat žádné závěry. Přesto si myslím, že projekt by mohl být ve vyučování přínosem, ale pro potvrzení této hypotézy bude potřeba aplikovat projekt i v dalších třídách.



Graf 1 Porovnání míry rozvoje klíčových kompetencí

Kromě toho jsem aplikovala před a po proběhnutí výuky znalostní test, ale zde jsem nedosáhla očekávaného výrazného nárůstu vědomostí. Jako problém vnímám to, že si žáci z důvodu nízké časové dotace nové poznatky nedokázali zcela přesně utřídit a propojit se staršími znalostmi. Například před projektem žáci uváděli jako možnou barvu hvězd žlutou a bílou (Slunce znali jako žluté a všechny ostatní hvězdy pokládali za bílé), ale po proběhnutí projektu uváděli pouze červenou a modrou barvu, protože sedm nejznámějších hvězd v Orionu mají jen tyto barvy. Příště se proto musím více zaměřit na podnícení diskuse ve skupinách a poskytnu žákům více času.

V dotaznících byly žákům položeny také otevřené otázky zjišťující, zda sami žáci mají pocit, že se něco naučili (mají vyjmenovat, co se naučili), zda se zapojili do skupinové práce (mají popsat, co dělali) a také zhodnotit, co se jim líbilo a naopak co se jim nelíbilo. V následující tabulce (tab. 2) jsou ukázky anonymních odpovědí žáků (vždy tři odpovědi na každou z otázek), které opět naznačují, že sami žáci vidí v projektové metodě smysl, a uvědomují si, že se dozvědí něco nového a tím nemusí být jenom číslo nebo pojem z astronomie, ale třeba, že kromě žáky oblíbené české wikipedie obsahující mnoho chyb a nepřesností, můžeme lépe použít anglickou, která obsahuje méně chyb a na které jsou údaje mnohem častěji aktualizovány. Také považuji za přínosné, že se v dotaznících opakovaně objevovalo jako „moje úloha“ poslouchání názorů spolužáků a diskuse. Velmi také oceňuji, že žáci v části „nelíbilo se mi“ popisovali nejen problémy (hádky ve skupině, pomalé počítače, ...), ale také přinesli návrhy, jak projekt udělat ještě zajímavějším (zadat skupinám různá souhvězdí). Všech těchto námětů si velmi vážím a pokusím se je zapracovat do finální podoby projektu.

Otázka z dotazníku	Ukázky odpovědí žáků
Uveď alespoň tři věci, které jsi se v průběhu projektové výuky naučil/a?	Co přesně je souhvězdí, o hvězdách Orionu, technické pojmy (světelný rok, magnituda, ...).
	Jak vypadá Orion, na anglické wikipedii je více a lepších informací, Orion je nejčastěji viditelný v zimě.
	Hvězdy souhvězdí Orion, proč jsou hvězdy různě barevné, že jsou zimní a letní souhvězdí.
Co byla přesně tvoje úloha, co přesně jsi dělal?	Udělat prezentaci, poslouchat své kamarády.
	Hledání informací, překládání.
	Všechno, chodila jsem od jednoho k druhému, kde potřebovali pomoc, jinak jsem hledala informace o jednotlivých hvězdách.
Co se Ti na tomto typu vyučování líbilo?	Nebylo nudné jako normálně v průběhu školy, spolupráce, práce s počítačem.
	Možnost spolupracovat se spolužáky a dozvědět se něco, co bych se v normálních hodinách nenaučila.
	Aktivita, možnost se zapojit, téma vesmíru, týmová práce, zajímavá změna oproti jiným hodinám.
Co se Ti na tomto typu vyučování nelíbilo?	Že jsme se ve skupině občas nepohodli a málo času.
	Všichni jsme měli stejné téma – prezentace ostatních skupin mi nic nepřinesla.
	Nedostatky v technice PC.

Tab. 2 Ukázky odpovědí žáků v anonymním dotazníku

### Závěr

I když v našem Rámcovém vzdělávacím programu je astronomii věnováno jen velmi málo témat a tím pádem i času, myslím si, že zařazení pro žáky přitažlivého téma vesmíru do výuky může vést ke zvýšení zájmu žáků o fyziku a přírodní vědy. S hvězdami a souhvězdími se navíc setkávají denně, a proto si myslím, že by měly alespoň základní znalosti patřit ke standardu vzdělaného člověka.

Zařazením jediného krátkodobého projektu do výuky sice nedokážeme změnit ani pohled žáka na výuku a jeho oblibu předmětu, ani naráz nezíská všechny kompetence, ale zpestřením výukových metod o projekty můžeme žákům ukázat vyučování z pro ně zajímavější strany, naučit je odpovědnosti za svoji práci, spolupráci, komunikačním dovednostem (obhájení svého názoru, argumentace a prezentování), vyhledávání informací na internetu a zvažování jejich relevantnosti. Není určitě nutné měnit celý plán výuky a učit pouze projektovou metodou, ale bylo by přínosné a inspirující zařadit ji alespoň občas.

### Literatura

1. KALAŠ, V. *Kolik souhvězdí můžeme vidět z České republiky?* [online]. 2012 [cit. 2013-04-24]. Dostupné na World Wide Web: [http://hvezdarna.plzen.eu/ukazy/clanky/2012/viditelnost\\_souhvezdi/viditelnost\\_souhvezdi.html](http://hvezdarna.plzen.eu/ukazy/clanky/2012/viditelnost_souhvezdi/viditelnost_souhvezdi.html)
2. KODRIŠ, M. *Průvodce hvězdnou oblohou: Orion* [online]. 2010 [cit. 2013-04-25]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.hvezdnouoblohou.wz.cz/orion.php>
3. MACHÁČEK, M. *Fyzika pro gymnázia: Astrofyzika*. Praha: Prometheus, 2008. 143 s. ISBN 978-80-7196-376-9.
4. *Orion (constellation)* [online]. 2013 [cit. 2013-04-24]. Dostupné na World Wide Web: [http://en.wikipedia.org/wiki/Orion\\_%28constellation%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Orion_%28constellation%29)
5. Tomková, A., Kašová, J., Dvořáková, M. 2009. *Učíme v projektech*. Praha: Portál, 2009. 173 s. ISBN 978-80-7367-527-1.

### Kontaktní adresa

PhDr. Zuzana Suková  
Oddělení fyziky KMT FPE ZČU v Plzni  
Klatovská 51  
301 00 Plzeň  
Telefon: +420 604 191 835  
E-mail: [zsukova@kmt.zcu.cz](mailto:zsukova@kmt.zcu.cz)

### Peer Instruction na základní škole

Jana ŠESTÁKOVÁ

#### Abstrakt

V příspěvku bude prezentována vyučovací metoda Peer Instruction. Tato metoda efektivně napomáhá k odstraňování žákovských miskonceptů. Byla původně vytvořena pro vysokoškolské kurzy, ale její využití je možné i na nižších stupních škol. V příspěvku budou mimo jiné představeny konceptuální otázky (Conceptests) vhodné pro použití na základních školách, které jsou jedním ze základních bodů vyučovací metody.

### Peer instruction at secondary school

#### Abstract

In the papers there will be presented a method Peer Instruction. This method is used for effective elimination of student's misconceptions. It was created for university courses but it's possible to use it during lower grades (high school or secondary school). The Conceptests suitable for secondary school will be mentioned there.

#### Peer Instruction na našich základních školách?

Vyučovací metoda Peer Instruction byla poprvé použita při výuce úvodních kurzů fyziky na Harvardově univerzitě ve Spojených státech v polovině devadesátých let minulého století. Její autor Eric Mazur touto metodou nahradil své stávající přednášky a přiměl tak studenty k větší aktivitě a tím i k efektivnějšímu využití hodin strávených ve škole. Studenti, kteří pracovali touto metodou, dosahovali podle Crouch, Mazur (2001) výrazně lepších výsledků.

Jak tento model souvisí s výukou na našich základních školách? Učitelé fyziky u nás nepřednáší, ale bádají a s žáky realizují pokusy. Snaží se všemi možnými způsoby žáky zapojit do aktivního procesu učení.

Peer Instruction se nabízí jako další alternativa, která by mohla našim žákům pomoci ke správnému pochopení okolního světa a k odstraňování jejich chybných představ. Mohla by vést k hlubšímu porozumění látce a tím přilákat více žáků ke studiu fyziky.

#### Jak probíhá výuka s metodou Peer Instruction

Název metody Peer Instruction by se dal volně přeložit „Učíme se navzájem“. Žáci v hodině dostávají prostor mluvit v malých skupinách o konkrétní fyzikální otázce, na kterou se společně snaží nalézt odpověď. Žáci se tak na chvíli dostávají do rolí učitelů a navzájem si vykládají právě probíranou látku. S podobnou situací se žáci setkávají během přestávky před plánovaným zkoušením nebo písemnou prací, kdy se na poslední chvíli snaží dohnat látku a požádají o pomoc šikovného spolužáka. Metoda Peer Instruction umožňuje žákům vést tyto diskuze přímo v hodině.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

Při práci metodou Peer Instruction žáci odpovídají na otázku výběrem z nabízených možností. Informace potřebné k řešení otázky čerpají z každodenních zkušeností i na základě výkladu, který učitel žákům poskytne.

Otázky (konceptesty) se netýkají informací, které je možné se naučit nazpaměť, ale naopak vyžadují po žácích úvahu a zamyšlení. Odpovědi na otázky jsou cíleně tvořeny tak, že vždy zahrnují jednu správnou odpověď a zároveň několik časných miskoncepcí, tedy běžně se vyskytujících nepravd, se kterými žáci přichází do výuky a které bohužel někdy přetrvávají u žáků i po výuce.

Část hodiny vedená metodou Peer Instruction má následující průběh. Učitel žákům předá informace, které se týkají nové látky a které jsou postačující ke správnému řešení zadané otázky. Poté předloží žákům otázku. Výhodou je, když mají žáci otázku po celou dobu práce na očích, proto je vhodné otázku i s možnostmi odpovědi napsat nebo promítnout na tabuli.



Obr. 7 Průběh metody Peer Instruction

Každý žák se po přečtení otázky rozhodne, jaká je podle jeho názoru správná odpověď. V tuto chvíli je důležité, aby si odpověď opravdu rozmyslel, proto je vyžadováno, aby ji nějakým způsobem vyjádřil. Svou volbu může zapsat do sešitu, ukázat učiteli pomocí karty s písmenem, nebo odeslat pomocí elektronického odpovědního systému. Vhodnější je využívat odpovědní systémy, díky kterým má učitel přehled o rozložení správných odpovědí ve třídě. Do dalšího kroku by měl učitel přistoupit v případě, že je ve třídě dostatečný počet správných odpovědí. Autor uvádí 30–70 % správných odpovědí jako ideální množství.

Když se každý žák rozhodne, která odpověď je podle jeho názoru správná, přistupuje se k diskusi ve skupinách ideálně 4 žáků. Každý žák by se měl pokusit obhájit, proč zvolil tu kterou odpověď. V tuto chvíli zatím žáci nevědí, která z nabízených odpovědí je správná.

Po diskuzi žáci znovu odpovídají na tu stejnou otázku, opět volbou z nabízených možností. Při správném průběhu metody, tedy za předpokladu, že byla zvolena optimálně náročná otázka a pokud žáci vnímají tento způsob práce pozitivně, se přiklání při druhém odpovídání ke správné odpovědi více žáků, než při odpovídání prvním. Žáci tedy v diskuzi aplikují Peer Instruction – učení se navzájem.

Ani při diskuzi se ke správné odpovědi nemusí proboujet všichni žáci, je tedy důležité, aby na konci zazněla správná odpověď i s přesným odůvodněním. Správné řešení běžně podávají sami žáci.

### Jaké jsou výhody a nevýhody metody

Metoda přináší žákům velké množství výhod. Žák se při práci v této metodě dostává do různých rolí. Po žácích jsou vyžadovány úkony, které jsou pro něj mnohdy nové, a žák se díky nim rozvíjí v mnoha směrech. Při hledání správné odpovědi žák musí analyzovat výklad a srovnávat získané informace se zkušenostmi z běžného života. Při diskuzi ve skupině spolužáků žák formuluje své myšlenky a zároveň vyhodnocuje informace a argumenty spolužáků.

Výhodou diskuze správné odpovědi ve skupině žáků oproti běžné interakci mezi učitelem a žákem může být například fakt, že žáci se mezi sebou tolik nestydí mluvit o odpovědi, kterou si nejsou jistí. Dále může být velmi přínosné, že žáci si mezi sebou látku vysvětlují takovým způsobem, jakým ji právě pochopili. Způsob, jakým učitel látku vysvětlil, může být vhodný pro část žáků, další si ji nechají vyložit jinými slovy a možná pro ně přijatelnějším způsobem od svých spolužáků. Žák, který je v tuto chvíli v roli učitele, si výkladem látku upevňuje.

Nevýhodou metody mohou být nové požadavky na roli učitele. Žáky je potřeba nejprve naučit vhodně diskutovat. Učitel tedy musí v průběhu diskuze procházet skupiny a ukazovat žákům, jak správně formulovat myšlenky a jak pokládat vhodné otázky.

Je vhodné žáky motivovat k diskuzi pozitivním hodnocením, ale nehodnotit správnost odpovědí. Aby žáci byli nuceni pozorně sledovat rozhovory spolužáků, mohou se otázky podobné konceptům vyskytovat v písemných pracích, kde bude kromě správné odpovědi ohodnoceno i správné odůvodnění odpovědi.

### Ukázky otázek

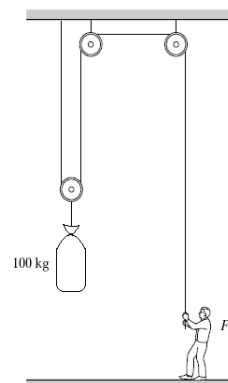
První otázka je z knihy autora metody Erica Mazura: Peer Instruction: A User's Manual. Otázka se týká porozumění pojmům pevná a volná kladka a jejich fyzikálním vlastnostem. Při použití otázky v letošním 7. ročníku zvolilo při prvním odpovídání správnou odpověď (D) 50 % žáků, po diskuzi 87,5 % žáků.

#### Otázka 1

Člověk zvedá pomocí kladkostroje bez tření 100kg náklad stálou rychlostí. Jak velkou silou táhne provaz?

Počítejte s  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , hmotnost kladky zanedbejte.

- A) 2 000 N
- B) 1 000 N
- C) 750 N
- D) 500 N
- E) 200 N
- F) 50 N



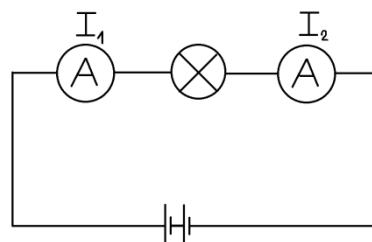
Následující dvě otázky byly vytvořeny na základě knihy *Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky* Dany Mandíkové a Josefa Trny. Kniha nabízí přehled prekonceptů (intuitivních představ žáků), vytvořený na základě českých i zahraničních výzkumů. Obě otázky byly použity při výuce fyziky v osmém ročníku základní školy.

V otázce se dvěma ampérmetry naráží žáci na chybnou představu, že průchodem žárovkou se část proudu spotřebuje. Žáci určili správně směr proudu a volili odpověď B, protože před žárovkou by měl být, podle této chybné představy, větší elektrický proud než za ní. Správná odpověď je C. Obdobně je tomu v otázce 3, ve které by podle stejného předpokladu nejvíce svítila žárovka 1a nejméně žárovka 4. Správná odpověď je D. Protože byly otázky zadané v tomto pořadí, otázka se čtyřmi žárovkami žákům již nečinila problémy.

### Otázka 2

Ve schématu jsou zapojeny dva ampérmetry. Který z naměřených elektrických proudů je větší?

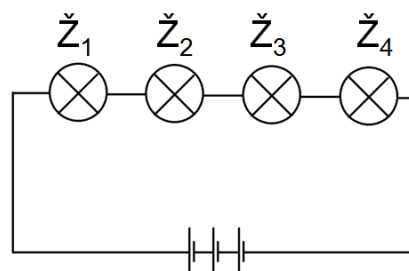
- A)  $I_1$
- B)  $I_2$
- C) Obě hodnoty jsou stejné.



### Otázka 3

Porovnejte jas žárovek, všechny žárovky jsou stejné. Nejvíce bude svítit

- A) žárovka 1.
- B) žárovka 2.
- C) žárovka 3.
- D) žárovka 4.
- E) všechny budou svítit stejně.



### Literatura

1. MAZUR, E. *Peer Instruction: A User's Manual*, Prentice Hall, 1997, 253 s., ISBN: 978-0135654415.
2. MANDÍKOVÁ, D., TRNA, J. *Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky*. Brno: Paido, 2011. ISBN 978-80-7315-229-0.
3. CROUCH, C. H., MAZUR, E. *Peer Instruction: Ten years of experience and results*, In: *American Journal of Physics*, 2001, Vol. 69, No. 9, pp. 970-977, ISSN: 00029505.

### Kontaktní adresa

Mgr. Jana Šestáková  
Katedra didaktiky fyziky, MFF UK  
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8  
ZŠ Lingua Universal  
Sovova 2, 412 01 Litoměřice  
E-mail: sestakova@zslingua.cz



### Chyby měření lékařských teploměrů

Libuše ŠVECOVÁ, Libor KONÍČEK

#### Abstrakt

V článku jsou uvedeny scénáře vyučovacích hodin, jejichž cílem je realizace laboratorní úlohy: Chyby měření lékařských teploměrů. První scénář je určen učitelům ZŠ, druhý scénář je určen učitelům SŠ. Dále jsou uvedeny výsledky měření, které realizovali studenti Ostravské univerzity v Ostravě.

### Measurement errors of medical thermometers

#### Abstract

The article provides scenarios of class lessons aiming to complete the following laboratory exercise: Measurement Errors of Medical Thermometers. First scenario is intended for elementary school teachers and the second one for secondary school teachers. Last part forms an overview of measurement results achieved by the students from the University of Ostrava.

#### Úvod

Vysvětlit žákům základních škol výpočet chyb měření je velmi obtížné. Nejednodušší cesta je vysvětlit chyby měření na jednoduchém příkladu z jejich běžného života. Nejprve si musí žáci uvědomit, proč se chyby měření počítají (podle nové terminologie nejistota měření). Každý žák ZŠ si určitě někdy měřil teplotu, a pokud použil digitální teploměr, mohl také zjistit, jestliže opakoval měření, že vždy nenaměří stejnou teplotu. Předcházející zkušenost žáků byla využita v laboratorní úloze: Chyby měření lékařských teploměrů. V článku je použita terminologie, která se používá v současných učebnicích ZŠ a SŠ. Novou terminologií se zabývá literatura [4].

#### Základní škola

Učitel oznámí žákům termín laboratorní úlohy a pomůcky, které budou potřebovat k realizaci laboratorní úlohy, minimálně měsíc dopředu. U digitálních teploměrů žáci zakoupí i novou baterii. Učitel seznámí žáky s teploměry, se kterými se mohou setkat a vysvětlí fyzikální princip, na kterém pracují. Učitel napíše zadání laboratorní úlohy v tabulkovém procesoru Microsoft Excel. Součástí návodu bude i interaktivní tabulka, do které žáci zapíšou své hodnoty. Tabulka bude vytvořena tak, aby mezi buňkami byly vytvořeny vazby, a v buňkách budou nastaveny vzorce pro výpočet. Jinými slovy veškeré výpočty za žáky provede tabulkový procesor. Žáci zapíšou naměřené hodnoty do sloupce, který bude podbarven žlutě (viz Zadání laboratorní úlohy pro žáky ZŠ). Výpočty budou provedeny automaticky v tabulkovém procesoru. Žáci splní ostatní úkoly. Učitel vysvětlí žákům význam jednotlivých chyb. Upozorní žáky na novou terminologii. Žáci porovnájí své chyby měření s odchylkou, kterou udává výrobce, a porovnájí přesnost jednotlivých teploměrů. Následně žáci vytvoří seznam, ve kterém seřadí teploměry od nejpřesnějšího k nejméně přesnému teploměru. Učitel nechá

proběhnout diskuzi o přesnosti měření. Učitel upozorní žáky, že výsledky mohou být ovlivněny také tím, že teploměry nebyly před začátkem laboratorní úlohy nakalibrovány výrobcem. Součástí článku je i upravený návod laboratorní úlohy pro žáky středních škol.

### Zadání laboratorní úlohy pro žáky ZŠ

#### Laboratorní úloha: Chyby měření lékařských teploměrů

Jméno a příjmení:

Spolupracoval/a:

Třída:

Datum:

Pomůcky: domácí lékařský teploměr, dezinfekční ubrousky, PC, internet.

Postup:

1. Pomocí teploměru změřte 10krát teplotu v podpaží svého kolegy/kolegyně. Měření zaznamenejte do tabulky.

Číslo měření	Naměřená hodnota (°C)	$\Delta$	$\Delta^2$
1.	36,2	-0,06	0,0036
2.	36	0,14	0,0196
3.	36,1	0,04	0,0016
4.	36	0,14	0,0196
5.	36,3	-0,16	0,0256
6.	36	0,14	0,0196
7.	36,2	-0,06	0,0036
8.	36,1	0,04	0,0016
9.	36	0,14	0,0196
10.	36,5	-0,36	0,1296
$\Sigma$	36,14	0,00	0,244
2. Aritmetický průměr měření:		<b>36,14</b>	
3. Možná chyba měření:		<b>0,3</b>	
4. Střední chyba měření:		<b>0,05</b>	
5. Relativní možná chyba:		<b>0,69 %</b>	
6. Relativní střední chyba:		<b>0,14 %</b>	

Tab. 1: Chyby měření lékařských teploměrů – výpočet ZŠ

2. Vyhledejte na internetu nebo v pokynech od výrobce:
  - Název teploměru: Termoval rapid flex.
  - Výrobce teploměru: Hartmann.

- Druh teploměru: Maximální teploměr s pružným hrotem.
  - Rozsah teploměru: 32–43,9 °C.
  - Přesnost teploměru, kterou udává výrobce:  $\pm 0,1^\circ\text{C}$  v rozsahu od 35,5 °C do 42 °C, ( $\pm 0,2^\circ\text{C}$  pro ostatní hodnoty).
  - Doba měření: 10 až 15 s (v konečniku) Pozn. výrobce udává různou délku měření podle místa, kde měření probíhá.
3. Porovnejte výsledky měření s přesností teploměru, kterou udává výrobce.
  4. Pomocí dezinfekčních ubrousků proveďte dezinfekci teploměru.
  5. Vystřídejte se.
  6. Porovnejte výsledky měření svých kolegů a seřadte teploměry podle přesnosti měření (viz tab. 3: Čtyři nejpřesnější teploměry).

### Zadání laboratorní úlohy pro žáky SŠ

#### Laboratorní úloha: Chyby měření lékařských teploměrů pro SŠ

Jméno a příjmení:

Spolupracoval/a:

Třída:

Datum:

Pomůcky: domácí lékařský teploměr, dezinfekční ubrousky, PC, internet.

Postup:

1. Pomocí teploměru změřte 10krát teplotu v podpaží svého kolegy/kolegyně. Měření zaznamenejte do tabulky.

Číslo měření	Naměřené hodnoty / °C	$\Delta$	$\Delta^2$
1.	36,7	-0,13	0,0169
2.	36,5	0,07	0,0049
3.	36,5	0,07	0,0049
4.	36,5	0,07	0,0049
5.	36,4	0,17	0,0289
6.	36,9	-0,33	0,1089
7.	36,6	-0,03	0,0009
8.	36,4	0,17	0,0289
9.	36,4	0,17	0,0289
10.	36,8	-0,23	0,0529
$\Sigma$	36,57	0,00	0,281

Tab. 2: Chyby měření lékařských teploměrů – výpočet SŠ<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Měření proběhlo na čele.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

2. Vypočítejte aritmetický průměr měření: 36,57
3. Vypočítejte možnou chybu měření: 0,3
4. Vypočítejte střední chybu měření: 0,06
5. Vypočítejte relativní možnou chybu měření: 0,68 %
6. Vypočítejte relativní střední chybu měření: 0,15 %
7. Všechny výpočty proveďte v tabulkovém procesoru Microsoft Excel 2003. (Nezapisujte pouze čísla, které vypočítáte na kalkulačce!)
8. Vyhledejte na internetu nebo v pokynech od výrobce:
  - Název teploměru: Thermoval duo scan.
  - Výrobce teploměru: Hartmann.
  - Typ teploměru: Infračervený teploměr Thermoval duo scan.
  - Rozsah teploměru: ušní měření: 32,0 °C do 42,2 °C; měření na čele: 34,0 °C do 42,2 °C.
  - Přesnost teploměru, kterou udává výrobce: v laboratoři: 0,2 °C při 35,5 °C do 42,0 °C; 0,3 °C při 32,0/34,0 °C do 35,4 °C a 42,1 °C do 42,2 °C.
9. Porovnejte výsledky měření s přesností teploměru, kterou udává výrobce.
10. Pomocí dezinfekčních ubrousků proveďte dezinfekci teploměru.
11. Vystřídejte se.
12. Porovnejte výsledky měření svých kolegů a seřaďte teploměry podle přesnosti měření (viz tab. 3: Čtyři nejpřesnější teploměry).

### Výsledky studentů Ostravské univerzity v Ostravě

Laboratorní úlohu realizovali také studenti fyziky na Ostravské univerzitě v Ostravě. Úloha je zaujala a uvědomili si, které informace v návodu jsou důležité pro realizaci experimentu. *Tabulka 3: Čtyři nejpřesnější teploměry* uvádí čtyři nejpřesnější teploměry. Rtuťové teploměry nebyly do experimentálního souboru zařazeny, protože to nedovolují bezpečnostní předpisy. Obecně platí: „Citlivost rtuťového teploměru je tím větší, čím větší je objem rezervoáru a čím menší je poloměr kapiláry [1; 69].“ Další významnou skupinou jsou infračervené teploměry. Zde je vhodné, aby žáci měření provedli na čele. Infračervený teploměr byl v experimentálním souboru pouze jeden. Výsledky měření, které jsou uvedené ve scénářích, neměřili studenti OU a nejsou zahrnuty do Tabulky č. 3: Čtyři nejpřesnější teploměry. Během diskuze studenti uvedli důvody, které mohly ovlivnit výsledky měření. Je nutné uvést, že teploměry nebyly před začátkem měření nakalibrovány výrobcem, proto závěry jsou pouze informačního rázu a nelze je zobecnit na daný typ teploměru.

Výrobce	Druh	Rozsah	Přesnost podle výrobce	Možná chyba	Střední chyba	Relativní možná chyba	Relativní střední chyba
<b>OMRON Eco-Temp BASIC</b>	dig.	32–42 °C	0,1°C	0,1	0,02	0,27 %	0,06 %
<b>Body Comfort</b>	dig.	32–42 °C	0,1°C	0,3	0,06	0,70 %	0,17 %
<b>Vega Technologies inc.</b>	dig.	32–42,9 °C	0,1°C	0,3	0,06	0,70 %	0,17 %
<b>Dectra Pharm</b>	dig.	35,5–42 °C	0,1°C	0,3	0,08	0,83 %	0,22 %

Tabulka č. 3: Čtyři nejpřesnější teploměry

### Závěr

V článku je uveden návod laboratorní úlohy: Chyby měření lékařských teploměrů. Návod je vypracován ve dvou verzích: pro žáky ZŠ a pro žáky SŠ. Pro žáky základních škol je návod upraven tak, aby si uvědomili, jaký význam mají chyby měření v jejich běžném životě. Žáci středních škol si zopakují výpočet chyb měření, ale především si uvědomí, jak je experiment ovlivněn technickými parametry teploměru. Úloha byla realizována u vysokoškolských studentů.

### Literatura

1. NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA. *Medicínská biofyzika*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2005, 524 s. ISBN 80-247-1152-4.
2. PAUL HARTMANN AG. *Termoval rapid flex: Návod k použití*. Germany, 2 s.
3. PAUL HARTMANN AG. *Thermoval duo scan: Návod k použití*. Germany, 2011-03, 56 s.
4. *Sborníky technické harmonizace 2012 ÚNMZ: POKYN PRO VYJADŘOVÁNÍ NEJISTOTY MĚŘENÍ (GUM)*. Praha: Nakladatelský servis: Bořivoj Kleník, PhDr. – Q-art, Praha., 2012. Sborníky technické harmonizace ÚNMZ. Dostupné z: <http://www.unmz.cz/urad/sborniky-technicke-harmonizace>.
5. ŽIVNÝ, František. *Praktická cvičení z fyziky*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1980.

### Kontaktní adresa

RNDr. Libuše Švecová Ph.D.  
Katedra fyziky  
Přírodovědecká fakulta  
Ostravská univerzita v Ostravě  
30. dubna 22  
701 03 Ostrava  
Telefon: +420 597 092 153  
E-mail: [libuse.svecova@osu.cz](mailto:libuse.svecova@osu.cz)

### Kontaktní adresa

RNDr. Libor Koníček Ph.D.  
Katedra fyziky  
Přírodovědecká fakulta  
Ostravská univerzita v Ostravě  
30. dubna 22  
701 03 Ostrava  
Telefon: +420 597 092 157  
E-mail: [libor.konicek@osu.cz](mailto:libor.konicek@osu.cz)

### Videokamera v projektové výuce fyziky na ZŠ

Jiří Tesař, Vladimír VOCHOZKA

#### Abstrakt

Příspěvek ukazuje některé možnosti využití videokamery při realizaci projektové výuky ve fyzice na ZŠ. K vyhodnocení pořízených nahrávek byl použit volně dostupný software TRACKER. Příspěvek analyzuje konkrétní projekty realizované společně s výukou tělesné výchovy.

### Video camera project in physics education

#### Abstract

The article shows some possibilities of using the video camera in realization project teaching in physics at primary school. To evaluation these recordings there was used freely available software TRACKER. The article analyzes specific projects, which is put into practice association with lesson of physical education.

#### Videoanalýza – teoretický rozbor

Demonstrační a frontální pokusy jsou nepostradatelnou součástí výuky fyziky. Práce s nimi může být omezena rozlišovací schopností pozorovatele. Někdy nejsme schopni sledovat pohybující se děje s dostatečnou přesností, případně jsou velice obsáhlé a časově náročné, či znovu neopakovatelné. Možností jak zpřesnit a zpřístupnit tyto experimenty je využití videoanalýzy.

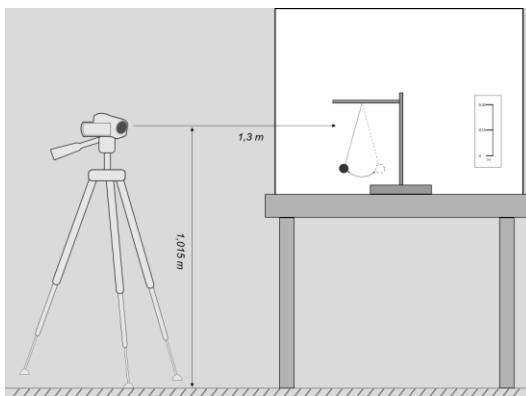
Videoanalýza se provádí pomocí záznamu z kamery. Experiment tedy probíhá jako při klasickém měření, a jeho analýza se provádí následně po jeho ukončení pomocí speciálního softwaru. Největší pozornost je potřeba věnovat záznamu průběhu zkoumaného děje. [1]

Sledovaný děj je třeba umístit před vhodné pozadí. Ideální je kontrastní pozadí osvětlené denním světlem, případně z více zdrojů světla. Předmět pozorování je důležité dostatečně zvýraznit pro jeho lepší rozlišení s okolím. Protože software pro analýzu umožňuje automatické sledování určitého tvaru a barvy, doporučuje se použít barvu, která se jinde v záběru kamery neobjevuje a je tak snadno rozeznatelná a nezaměnitelná.

Aby program dokázal určit vzdálenosti v záznamu, je potřeba také zachytit objekt se známou velikostí pro zvolení měřítka. Měření je tím přesnější, čím delší kalibrační objekt je. [2]

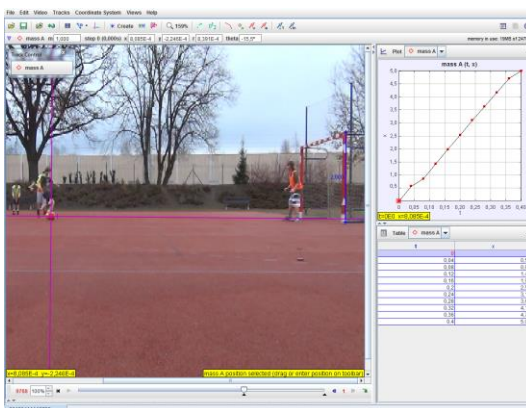
Ideální je umístit kameru na stativ, abychom odstranili pohyb obrazu způsobený jejím držetím v ruce. Objektiv kamery necháme přímo směřovat na scénu experimentu ve stejné výšce. Vyhneme se tak zkreslení rozměrů (obr. 1).

Samozřejmostí je pořízení více záznamů s dostatečnou rezervou záznamu před a po konci pozorovaného děje.



Obr. 8 Návrh rozestavení kamery a experimentu

Tracker je volně šiřitelný program pro videoanalýzu a modelování. Je projektem Open Source Physics (OSP) naprogramovaný v Javě (obr. 2). Jeho primární určení je pro použití ve výuce fyziky. [3]



Obr. 9 Ukázka program Tracker – vyhodnocení pokutového kopu

Program podporuje formáty videa: mov, avi, flv, mp4, wmv. Chyby v nahrávkách lze odstranit pomocí filtrů. Lze zvýšit jas, kontrast, zbavit se prokládání. U videa nahraného pod úhlem dovoluje upravit jeho perspektivu. Případně pokud je jako objektiv použito „rybí oko“, je možné tento záznam použít při úpravě filtrem. Případně lze zobrazit frekvenci videa a počet snímků. [4]

Program umožňuje ručně nebo automaticky sledovat objekt ve videozáznamu. Zároveň dokáže automaticky zobrazovat rychlost, zrychlení a další informace. Graficky ukazuje vektory včetně jejich součtů. [4]

Souřadný systém může být pevně stanoven nebo měnit polohu svého počátku. Stejně tak je možné postupně měnit měřítko či sklon. Kalibrování rozměrů se provádí pomocí více metod: páska, tyč, body. Ve videu lze měřit úhly a vzdálenosti. Pro vytváření modelů je program neomezen množstvím proměnných. V grafech můžeme použít předvolené nebo vlastní funkce. Získaná data lze exportovat pro využití v jiných aplikacích. [4]

Pomocí modelování je možné simulovat kinematické a dynamické modely jednoho hmotného bodu nebo dvou hmotných bodů. Modely jsou vytvářeny ve stejném měřítku jako je zdrojové video a je možné je srovnávat s reálnými hodnotami. [5]

### Užití videoanalýzy v projektové výuce

V rámci projektových dnů na ZŠ Planá nad Lužnicí je vždy upraven rozvrh tříd. Žáci jsou rozděleni do skupin a podle vlastní volby pracují jeden školní den na komplexním problému, který s ostatními různými aktivitami společně řeší.

Jako velice zajímavé shledali žáci propojení tří předmětů: tělesné výchovy, základů informatiky a fyziky. Hlavním motivačním prvkem je vyhodnocení vlastních výkonů v různých disciplínách a porovnání získaných údajů s ostatními spolužáky. Atraktivitu celé práce zvyšovala práce s digitální kamerou a vyhodnocování jejího záznamu pomocí ICT.

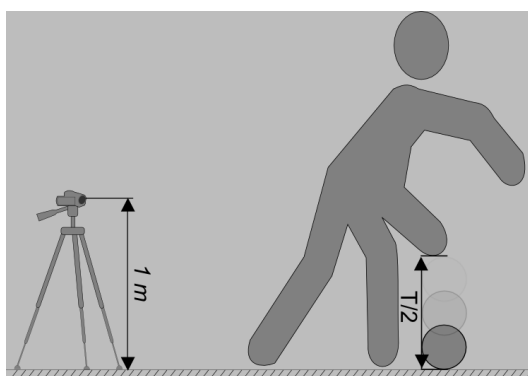
Většinu potřebných znalostí žáci nabyli již v předešlých hodinách ve všech třech vyjmenovaných předmětech, díky projektové výuce ovšem spojili oddělené aktivity v jednu komplexní. V tělesné výchově se žáci často věnují během vyučovací hodiny kolektivním sportům či lehké atletice, stejně tak v základech informatiky jsou seznámeni s problematikou digitálního záznamu pomocí videokamery a následným stříhem a úpravou nahrávek. Fyzikální popis pohybů patří k základní látce, stejně jako měření vzdálenosti spolu s popisem periodických dějů.

Prvním krokem je získání záznamu činnosti pozorovaných objektů (žáků) při výuce v tělocvičně. Aktivita žáků, jejichž výkon snímáme - měříme, není odlišná od standardních hodin tělesné výchovy. Získané záběry se vyhodnocují v počítačové učebně po potřebném sestřihání a dalších úpravách záznamu, což lze opět považovat za opakování získaných znalostí ICT. Analýza v programu Tracker je ukázkou dalšího zajímavého využití výpočetní techniky a pro žáky je nová. Získaná data se následně rozebírají z pohledu znalostí z hodin fyziky a dochází tak ke konečnému spojení všech předmětů. Poslední část je prezentace vlastní práce žáků při projektu a samotných získaných výsledků. Pro ilustraci uvádíme některé konkrétní projekty, které jsme na ZŠ Planá n. Lužnicí touto metodou provedli.

### Basketbal

Při pohybu hráčů po hřišti je podmínkou „driblovat“ s basketbalovým míčem o periodě dopadu a návratu míče do ruky na jeden krok. Jako úvodní úloha je tedy zvoleno vyhodnocování frekvence a její změny při basketbalovém zápase. Měření lze realizovat v prostorách tělocvičny, protože není náročné na polohu kamery.

Záznam se provádí kontinuálně a zaměřuje se především na dolní polovinu těla. K vyhodnocení není třeba definovat měřítko, úhel natočení, ani další parametry, zásadní je pouze vhodné umístění pozorovaného začátku děje v programu Tracker pro lepší odečítání hodnot času.



Obr. 10 Rozmístění kamery a hráče basketbally



Úkolem je vyhodnotit rozdíl mezi frekvencí u vyšších hráčů (pivotů) a nižších hráčů (rozehrávačů). Následně určit závislost frekvence na pohybu, zda bude frekvence driblování větší při běhu či ve stoje. Poslední částí je vyhodnotit změnu frekvence podle aktuálního dění na hřišti. Jaké frekvence lze předpokládat při přesunu přes první polovinu, po rozehraní a při útoku v druhé polovině hřiště, během aktivní obrany protihráče. K výsledným grafům je tedy nutné vést i deník pozorovatele s popisem.

Výsledky měření:

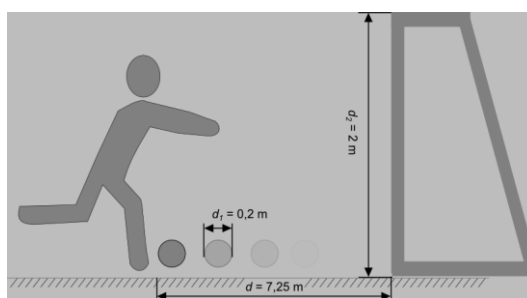
	výška hráče [m]	frekvence ve stoje [Hz]	frekvence při běhu [Hz]
žák 1	1,72	2,50	1,25
žák 2	1,65	2,78	1,67
žák 3	1,63	2,00	0,83
žák 4	1,68	2,70	1,20
žák 5	1,75	2,08	1,11

Tab. 4 Výsledky měření frekvence při driblování

Z hodnot tabulky 1 vyplývá, že frekvence driblování nezávisí na výšce hráče, naopak na jeho správném postavení a úrovni motoriky. Při běhu pak naměřená frekvence dosahovala nižších hodnot, než při driblování na místě, což je způsobeno přenášením míče a změnou úhlu dopadu při běhu.

## 2.2 Fotbal

Pokud skončí zápas nerozhodně či dojde k porušení pravidel, může rozhodčí nařídit pokutový kop z pevně dané vzdálenosti. Při úspěšnosti střelby na branku je důležitý směr letu míče a jeho rychlost. Nejprve jsou žáci vyzváni, aby změřili čas letu míče, od jeho uvedení do pohybu po jeho průlet brankou, libovolným způsobem. Z měření pomocí stopek vyplývá, že let míče na branku trvá přibližně 0,4 s. Z dlouhodobých měření je známo, že reakční doba člověka je 0,6 s až 0,7 s. [6]. Tyto hodnoty naznačují, že měření stopkami nelze provést z důvodu naprosto zřejmé systémové chyby. Protože děj je velice rychlý a doba letu míče a reakční doba se příliš neliší je navržena možnost vyhodnotit rychlost letu pomocí videoanalýzy ze záznamu.



Obr. 11 Pohled na záznam trestného kopu

Kamera je umístěna na stativ do vhodné polohy, přibližně do poloviny průměrné výšky žáků. Protože vzdálenost od branky a střílejícího hráče je poměrně velká i při použití širokoúhlého záznamu není možné provádět měření v tělocvičně, proto jsme tuto část projektu provedli na venkovním hřišti. Jako měřítko pro kalibraci jsme použili výšku branky (v našem případě házenkářská branka výška 2 m). Pro kontrolní měření lze také využít průměr fotbalového míče 0,2 m.

Cílem videoanalýzy je porovnat výkon žáků při pokutovém kopu na branku. Pomocí analýzy videozáznamu však můžeme určit rychlost pohybu míče s velmi dobrou přesností. Záznam je tedy snímek po snímku „krokován“ a pohyb míče označován hmotnými body. Z časové osy a určené vzdálenosti, kterou míč urazil, určí program průměrnou rychlost. Na grafu s vynesеныmi hmotnými body během pohybu lze diskutovat druh pohybu, např. určit, zda se jedná o rovnoměrný pohyb.

Výsledky měření:

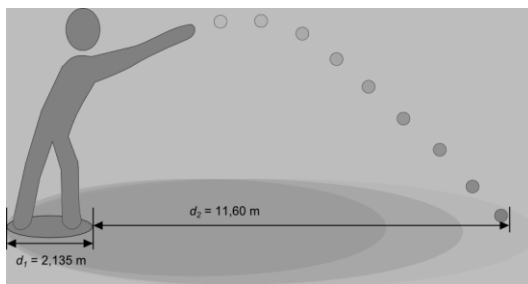
	rychlost $v$ [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]	rychlost $v$ [ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ]
žák 1	16,48	59,32
žák 2	15,09	54,33
žák 3	13,71	49,35
žák 4	17,70	63,72
žák 5	15,02	54,08
žák 6	18,53	66,69
žák 7	16,92	61,04
žák 8	12,32	44,35
žák 9	10,98	39,54
žák 10	15,93	57,35

Tabulka 5 Výsledky kopů žáků

V našem projektu při pokutovém kopu žáci ve věku 13–14 let dosáhli nejvyšší rychlosti  $18,53 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (v rozmezí od  $10,98$ – $18,53$ ). Žáci hrající fotbal ve věku 18 let dosahují rychlosti až  $24,31 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  [5]. Pro lepší představu získaných hodnot převedli žáci rychlost také na  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Žáci byli překvapeni velikostí rychlosti pohybu míče při pokutovém kopu.

### 2.3 Vrh koulí

Při vrhu koulí se měří vzdálenost mezi přední hranou sektoru a místem dopadu koule. Při „ručním vyhodnocování“ je největším problémem určit přesně místo dopadu koule. Během této sportovní disciplíny sami žáci navrhují, jak využít možnosti videozáznamu a následného vyhodnocení pomocí software Tracker. Kamerou natočíme měřený vrh koulí a pomocí analýzy tohoto videozáznamu určíme vzdálenost mezi místem hodů a místem dopadu koule. Pro korekci rozměrů poslouží vrhačský segment, tj. kruh o vnitřním průměru  $2,135 \text{ m}$  ( $\pm 5 \text{ mm}$ ), a jako kontrolní měření pak průměr koule.



Obr. 12 Vrh koulí

Hlavním přínosem je především zpřesnění určení prvního dopadu, které při normálním pozorování často bylo zaměňováno s různými místy více pozorovateli.

Výsledky měření:

	délka $d$ [m]
žák 1	9,67
žák 2	10,95
žák 3	9,45
žák 4	9,22
žák 5	9,01
žák 6	8,98
žák 7	8,67
žák 8	9,37
žák 9	8,38
žák 10	11,60

Tab. 6 Výsledky vrhu koule

### 2.4 Profesionální fotbal

Pro skupiny, které provedly vyhodnocení vlastních výkonů rychleji, resp. mají zájem srovnat své výkony s výkony profesionálních hráčů, je jako doplňující úloha připraven záznam z televizního vysílání. Cílem této doplňující úlohy je porovnat vlastní výkon s výkonem profesionálních hráčů. Jako při měření výkonů žáků i při měření výkonu profesionálních hráčů je nedůležitějším prvkem zvolení vhodného objektu pro kalibraci – například známý rozměr branky či údaj o velikosti hráče, který mohou žáci vyhledat na internetu.

Změřením hodnot rychlosti míče z televizního záznamu (Liga mistrů) byla při projektu určena hodnota  $26,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Z měření, které prováděly renomované instituce, vyplývá, že profesionální hráči dosahují rychlosti míče až  $29,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  [7].

### 3. Závěr

Při projektové výuce zaměřené na videoanalýzu sportovních výkonů si žáci ukazují jak spojit znalosti z různých předmětů. Uvedený projekt ukazuje žákům, jak moderními metodami určit hodnoty jejich sportovních výkonů. Propojením fyziky a ICT lze poměrně jednoduše určit na první pohled komplikovaně měřitelné výkony ve sportu a tím žáky vhodně motivovat k zájmu o fyziku. Je zřejmé, že výčet uvedených námětů na využití videoanalýzy není vyčerpávající, jako další možnosti se nabízí např. měření v dopravě.

### Literatura

1. HOCKICKO, P. Fyzikálna analýza reálných dejov využitím videozáznamov. *ZÁKLADY FYZIKY – elektronický materiál k videoanalýze fyzikálnych dejov* [online]. 2011 [cit. 2013-02-27]. Dostupné z: <http://fyzika.utc.sk/sk/zaklady/publikacie/12.pdf>
2. KOUPIL, J. a VÍCHA V. FyzWeb články: Rychloběžné video ve škole. Fyzweb [online]. 2011 [cit. 2013-02-27]. Dostupné z: <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=163>

3. HOCKICKO, P. Rozvoj manuálních zručností a intelektuálních schopností studentův použitím videoanalýzy pohybů. *Dartfish video software solutions* [online]. 2011 [cit. 2013-02-27]. Dostupné z: <http://fyzika.utc.sk/sk/zaklady/publikacie/3.pdf>
4. Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education. BROWN, Douglas. What is Tracker?: Tracker Features [online]. 2013 [cit. 2013-02-27]. Dostupné z: <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>
5. ZAHÁLKA, F. Movement analysis of football player during the kick. *Studia kinaanthropologica*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, 2000, roč. 2, č. 11, 69 - 76. ISSN 1213-2101
6. MIKULÁŠEK, P. Podpora dopravní výchovy ve vzdělávacích programech učitelů: Reakční doba. In: *Katedra didaktických technologií PdF MU v Brně* [online]. 2001 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/win/science/seminar/dv2001/mikulasek.htm>
7. TAINA, F., GREHAIGNE, J. & COMETTI, G. (1993). The influence of maximal strength training of lower limbs of soccer players on their physical and kick performance. In: *Science and soccerII*. Eds: Reilly, T., Clarys, J. and Stibbe, A. London: E & FN Spon. 98-103.

### Kontaktní adresa

PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D.  
Katedra aplikované fyziky a tech. výchovy

Fakulta pedagogická  
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Jeronýmova 10, České Budějovice 371 15  
Telefon: +420 387 773 051  
E-mail: raset@pf.jcu.cz

### Kontaktní adresa

Mgr. Vladimír Vochozka  
Katedra aplikované fyziky a tech. výchovy  
Katedra matematiky, fyziky a tech. výchovy

Fakulta pedagogická  
Západočeská univerzita v Plzni  
Klatovská tř. 51, 306 19 Plzeň  
Telefon: +420 608 271 511  
E-mail: vochozka@kmt.zcu.cz

### Současný stav tvorby počítačových modelů na ZŠ, Gy a SŠ

Jan VÁLEK, Petr SLÁDEK

#### Abstrakt

Modelování různých dějů a jevů se používá v technice a vědě relativně dlouho, jeho výhody je však možno využít i ve vzdělávání. Počítačové modely a vizualizace jevů pomocí modelů pomáhají žákům v pochopení zkoumaných jevů. Navíc získané hodnoty modelované situace bývají prezentovány graficky, kdy vztah mezi nezávislou a závislou proměnnou je jasně rozpoznatelný – to přináší přidanou hodnotu pro pochopení fyzikální podstaty jevu nebo děje. Při modelování pracujeme většinou se změnou jedné veličiny po elementárních krocích, žáci tak mohou pozorovat vliv této změny na stav celého systému. Uvedený přístup může nahradit nedostatečný matematický aparát potřebný k řešení studované problematiky. Současný stav problematiky byl zjišťován výzkumným šetřením na populaci učitelů na ZŠ, G a SŠ. Článek ukazuje další cestu pro zvýšení četnosti používání modelování ve výuce pomocí webového prostředí.

### Current status of creating computer models at primary and high schools

#### Abstract

Modeling of different processes and phenomena is used in technology and science a relatively long period; however its advantage can be exploiting in education. Computer models and visualization of phenomena help students to understand the physical background of studied phenomena. In addition, the results of the modeled situations are presented mostly in a chart. So, the relationship between the independent and dependent variable is clearly recognizable and this brings added value to the understanding of the physical nature of the phenomenon. The modeling change mostly one variable in a little step and students can see the impact of this change on the state of the studied system. Such approach can replace the lack of mathematic apparatus necessary to solve the problems studied. The current state of the problem was examined research survey on the population of teachers in primary schools, secondary schools and G. The paper shows another way to increase the frequency of use of modeling in teaching via the Web environment.

#### Úvod

Vhodné použití digitálních technologií může přispět ke zvýšení motivace žáků ve vzdělávání fyziky na všech úrovních školního vzdělávání. To se může následně projevit v zájmu žáků o technické obory, ve kterých se počet zájemců o jejich studium rapidně snižuje. Výchozím předpokladem pro předchozí domněnky je skutečnost, že žáci často nechápou fyzikální podstatu přírodních jevů, dějů a technických zařízení, se kterými se každodenně setkávají. Využíváme k tomu názorné pomůcky, modelové situace z běžného života nebo nejmodernější moderní technologie. Nezřídka však jsou žáci nedostatečně vybaveni matematickým aparátem, jehož neznalost jim brání v pochopení zkoumaného problému. Žákům dále činí

velké problémy práce s grafy. Počítačové modelování, nejen fyzikálních jevů, nám nabízí prostor k propojení pedagogických, didaktických a technologických poznatků ve výuce [1].

### Předpoklady tvorby počítačových modelů

V dalším budeme předpokládat, že učitel má již ujasněny cíle, kterých chce pomocí počítačového modelu ve výuce dosáhnout.

Autor/uživatel počítačových modelů si musí před vlastní tvorbou ujasnit, v jakém prostředí bude modely vytvářet. Otázky, které si položí, budou přibližně tohoto znění: „*Chci vytvářet modely v prostředí, které má další potenciál v budoucnosti? Chci vytvářet modely v prostředí, které je výhradně off-line nebo on-line? Jakým způsobem budu publikovat svoje modely veřejnosti? Požadují od modelů animace? Budu potřebovat nový software? Budu vytvářet model v prostředí, které si pak musí uživatel instalovat?*“

Opomíjena bývá často charakteristika učitele, který bude pracovat s počítačovými modely, jak je běžný učitel na práci s modely připraven, jak učitel začleňuje do výuky počítačové modelování a zda s ním ve výuce vůbec pracuje.

### Výzkumné šetření

Pro náš výzkum byl stanoven následující cíl: *Cílem výzkumu je charakteristika učitele jako tvůrce nebo uživatele počítačových modelů ve výuce fyziky na školách a současně identifikace vlastního procesu tvorby počítačových modelů a jejich zasazení do výuky.*

K naplnění stanoveného cíle jsme sbírali data od učitelů na základních školách, gymnáziích a středních školách v kraji Vysočina, účastníků Veletrhu nápadů fyziky 16 (2011) a absolventů posledních 10 let oboru učitelství fyziky pro základní školu na Pedagogické fakultě Masarykovy univerzity (PdF MU). Těžištěm sběru dat byl dotazník uveřejněný na webu. Počet respondentů dotazníku za uvažované období leden - únor 2013 byl 98.

### Východiska pro výzkum tvorby a používání počítačových modelů:

1. Malá úspěšnost žáků při práci s grafy v šetřeních 2011, 2012.
2. Z předvýzkumu vyplynulo, že vyučující by toto médium využívali.

Z celkového počtu šesti hypotéz, uvádíme dvě (další výsledky budou postupně publikovány, v současnosti stále probíhá sběr dat):

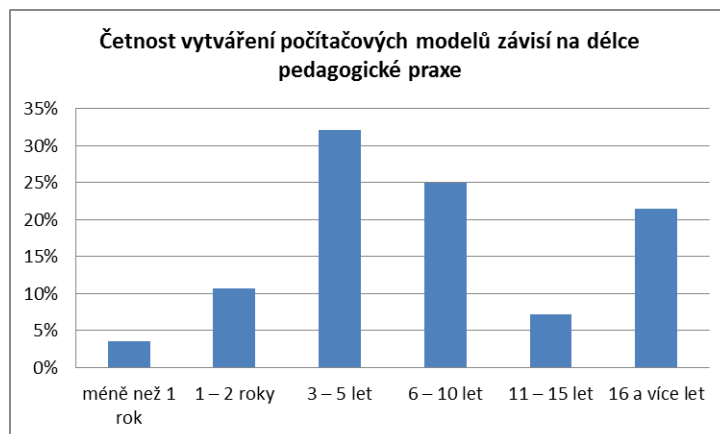
H1: Četnost vytváření počítačových modelů závisí na délce pedagogické praxe.

H2: Učitelé do 39 let věku včetně (tzv. digitální nativci) vytvářejí počítačové modely častěji než starší učitelé.

### Komentář jednotlivých hypotéz

**H1:** Nejvyšší počet respondentů, 9, kteří vytvářejí/používají modely ve výuce, má délku pedagogické praxe 3–5 let. Ostatní kategorie mají skóre nižší. Rozložení respondentů podle četnosti vytváření/používání modelů je znázorněno v grafu 1.

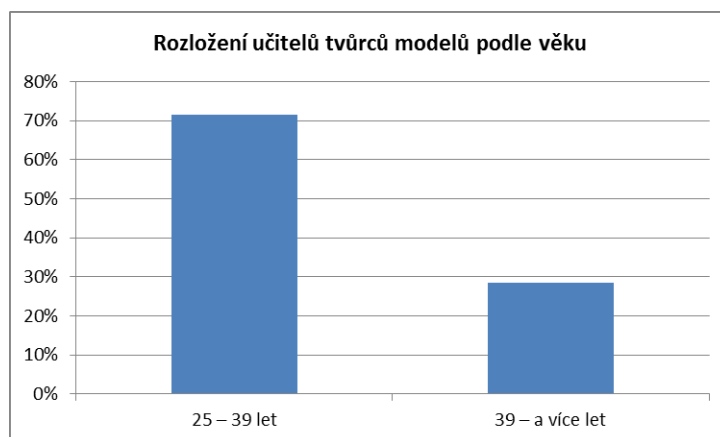
Při porovnání celkových počtů v obou věkových skupinách se hypotéza H1 nepotvrzuje.



Graf 1: Graf výsledků sběru dat pro hypotézu H1

**H2:** Dotazovaní respondenti do 39 roku věku včetně uvedli, že jich 20 vytvářelo/vytváří modely z 64 respondentů. Modely tedy nevytváří 44 vyučujících. Naopak 8 respondentů nad 39. rok věku uvedlo, že vytvářeli/vytvářejí modely z 34 případů. Modely tedy nevytváří 26 vyučujících. Rozložení respondentů podle délky jejich pedagogické praxe je znázorněno v grafu 2.

Při porovnání absolutních počtů v obou věkových skupinách se hypotéza H2 potvrzuje.



Graf 2: Graf výsledků sběru dat pro hypotézu H2

### Shrnutí výsledků šetření

Výzkumné šetření ukázalo, že učitelé velmi málo vytvářejí počítačové (dynamické) modely pro svoji praxi. Domníváme, se že je to v důsledku toho, že se s touto metodou na vysoké škole nesetkali. Takových bylo 56 % respondentů.

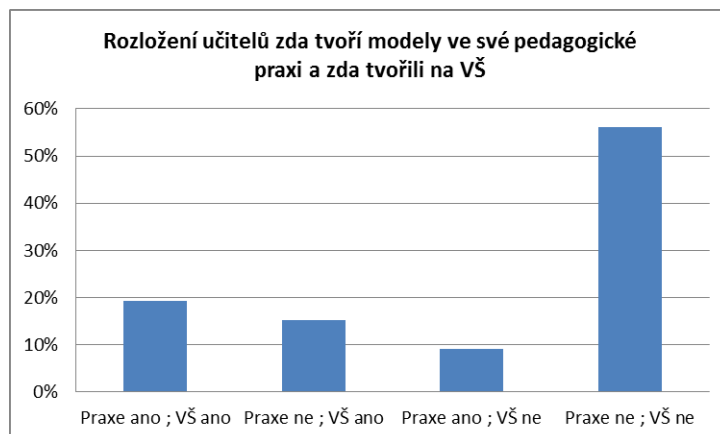
**H1:** První hypotéza týkající se četnosti vytváření počítačových modelů v závislosti na délce pedagogické praxe **nebyla potvrzena**.

Přesněji, hypotéza platí jenom pro část oslovené populace. Nejvíce respondenti vytváří modely s 3–5 lety pedagogické praxe (32 %). Druhá nejvyšší hodnota byla zjištěna u respondentů/učitelů s 6–10 lety pedagogické praxe (25 %). Třetí výraznou skupinou tvůrců byli respondenti s 16 a více lety pedagogické praxe (21 %). Skupina respondentů, která vytváří modely nejméně, byla s 1–2 roky pedagogické praxe (4 %).

**H2:** Druhá hypotéza o rozdílu mezi vytváření počítačových modelů digitálními nativci a imigranty **byla potvrzena.**

Respondenti do 39 let věku vytváří až v 71 % případů vlastní modely pro výuku oproti respondentům na 39 let věku, kteří vytváří vlastní modely pouze v 29 % případů.

Jak jsou učitelé na VŠ připravováni na tvorbu počítačových modelů? I to byl jeden z aspektů v našem šetření s možnou kombinací otázek týkajících se používání modelování v učitelské praxi a absolvováním odpovídajícího kurzu na VŠ s volbou ano/ne. Jak je vidět z grafu 3, je potřeba ve vzdělávání učitelů tomuto tématu věnovat podstatně více pozornosti.



Graf 3: Graf výsledků přípravy učitelů na práci s modely na VŠ

### Rozšíření skupiny učitelů pracujících s modely za pomoci PHP

Většinou se ukazuje, že s rostoucím počtem uživatelů určité aplikace se její šíření zrychluje. Má to na svědomí vytvořená komunita, která si uvnitř předává informace „jak na to“ a navzájem si pomáhá naučit se lépe ovládat aplikaci. Ta však musí být volně dostupná. Proto jsme v našem případě zvolili prostředí, které je on-line, zdarma, nijak nezatěžuje počítač uživatele a hlavně není potřeba jej instalovat, což v některých případech mnoho uživatelů nemůže (a ani nechce).

Vzhledem k trendům ve vzdělávání je vhodné jít cestou tvorby modelů přímo pro web. Prostředek, který jsme zvolili, není zatížen instalací editačních ani prohlížečích programů. Tyto požadavky splňuje PHP (prostředek pro generování (X)HTML značek pro dynamický web, PHP skripty jsou prováděny na straně serveru a uživatelé se přenáší již výsledek – (X)HTML značky nebo jiné výstupy) [2]. I když to na první pohled vypadá příliš „ajtácky“, máme ověřeno, že syntaxi příkazů zvládnou i žáci na ZŠ. Práce s proměnnými je obdobná jako v klasických programovacích jazycích. Pro vlastní tvorbu lze použít běžný Poznámkový blok z Windows. Vytvořený model, soubor s koncovkou „php“, nahrajeme na dostupný server a model lze používat.

Zvolené řešení svojí jednoduchostí pro uživatele nabízí možnost pracovat s modely také v „chytrém“ mobilním telefonu nebo v tabletu. Výstupy jsou zcela totožné s desktopovým rozhraním. Některé příklady modelování pomocí PHP najdete na [www.ped.muni.cz/modely](http://www.ped.muni.cz/modely) [3], [4], [5].



### Závěr

Nároky, které jsou kladeny na práci učitelů, jdou ruku v ruce se současnými požadavky na používání digitálních technologií v běžném životě. S tím souvisí i měnící se trendy ve vzdělávání a ve školství v posledních letech. Jako vhodné se ukazuje používání více dynamického modelování ve výuce. Z našeho výzkumného šetření vyplynulo, že ho učitelé používají ve vlastních výukových hodinách jen zřídka. Pro usnadnění většího rozšíření modelování na našich školách jsme představili koncept tvorby počítačových modelů pomocí PHP. Tento přístup může nahradit nedostatečný matematický aparát potřebný k řešení probíraného problému. Navíc, je nezávisle na žakově analytickém a logickém myšlení posílána schopnost zjišťování fyzikálních základů procesů a jevů, které žáci znají z každodenního života.

Jako další benefit, používání dynamického modelování ve výuce, lze uvést napojení na RVP ZV a RVP G, kdy přináší zlepšování schopnosti čtení grafů.

### Literatura

1. VACHEK, J., LEPIL, O., *Modelování a modely ve vyučování fyzice*. Praha : SPN, 1980. 222 s.
2. PHP: Hypertext Preprocessor [online]. 2001 [cit. 2009-06-04]. Dostupný na Internetu: <<http://www.php.net>>.
3. BEDNÁROVÁ, R., VÁLEK, J., SLÁDEK, P. *Graphs and Dynamic Modeling as a Motivating Tool in Teaching Physics*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, Elsevier Ltd., 2012, Volume 69, 24 December 2012, s. 1827-1835. ISSN 1877-0428. doi:10.1016/j.sbspro.2012.12.133.
4. SLÁDEK, P., VÁLEK, J., *Dynamic modeling in PHP*, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 12, INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND EDUCATIONAL PSYCHOLOGY 2010, 2011, Pages 157-163, ISSN 1877-0428, DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.02.022.
5. VÁLEK, J., SLÁDEK, P., *Dynamic modeling of physical phenomena in sports*. 2009 [cit. 2012-06-04]. Dostupný na Internetu: <<http://www.ped.muni.cz/modely>>.

### Kontaktní adresa

PhDr. Jan Válek  
Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity  
Katedra fyziky, chemie a odb. vzdělávání  
Poříčí 7, 603 00 Brno, ČR  
Telefon: +420 549 498 327  
E-mail: valek@ped.muni.cz

### Kontaktní adresa

doc. RNDr. Petr Sládek, CSc.  
Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity  
Katedra fyziky, chemie a odb. vzdělávání  
Poříčí 7, 603 00 Brno, ČR  
Telefon: +420 549 496 841  
E-mail: sladek@ped.muni.cz

### Jak jsem měřil na zeměkouli

Ivo VOLF

#### Abstrakt

V povědomí veřejnosti se udržuje tvrzení, že vyučovací předmět Fyzika je pro žáky základních a středních škol příliš obtížný a málo zajímavý; proto mu nevěnují patřičnou pozornost ani zájem při učení. To se projevuje i v návazném studiu vysokoškolském – máme stále nedostatek studentů, kteří se věnují přírodovědným a technickým disciplínám. To ovlivňuje i skladbu společnosti i zaměstnanost absolventů škol. Autor si klade otázku, zda a jak lze změnit vztah žáků k výuce fyziky, a informuje o svých vlastních zkušenostech z výuky fyziky.

### As i mesured on the earth globe

#### Abstract

In the public consciousness is the claim that the School subject Physics is for pupils of primary and secondary schools too difficult and not very interesting, and them they do not pay proper attention or interest in learning. This is reflected in the follow-up study university – we still lack of students who are engaged in natural sciences and engineering disciplines. It also influences the composition of society and employment of graduates. The author raises the question of whether and how to change the relationship of students to teaching physics, and information on their own experience of teaching Physics.

### Problémy s výukou fyziky v současné době

Všeobecně se tvrdí (a řada anketních průzkumů to také potvrzuje), že na počátku 21. století, tedy ve věku informatiky a pokročilé techniky, která nás obklopuje, je výuce fyziky, která stojí v základě mnoha lidmi využívaných zařízení, věnována mnohem menší pozornost, než by bylo zapotřebí. Konkrétně jde asi o 200 vyučovacích hodin během čtyřletého vyššího stupně základní školy, kdy by se měl vzbudit zájem žáků o předmět, jeho obsah a metody, dále vyložit předepsané učivo, ukázat možnosti aplikace v konkrétních situacích, blízkých žákovi, zhodnotit, jak se přiblížil k vysloveným standardům výuky fyziky pro základní vzdělání. Na gymnáziu je to podobné – také zpravidla během tří let se fyzika vyučuje 200 hodin, v nichž musí proběhnout vše – výklad učiva, experimentální činnosti učitele i žáků, procvičování, aplikace, hodnocení, ... Čas pro výuku fyziky je nepostačující, z výuky se proto musí vyřadit všechno, co se nebude hodnotit nebo co zabírá čas: zpravidla to odnese experimentování učitele i žáků, historické poznámky, zajímavé a užitečné aplikace, stručně řečeno vlastně všechno, co dělá z fyziky zajímavý vyučovací předmět. Proto žáci nepovažují fyziku za důležitý a pro ně užitečný předmět, a proto je podle nich (jak se sami vyjadřují v anketách) fyzika spíše nezajímavá a příliš náročná. Současně však musíme připomenout, že nejsme přesvědčeni o tom, že tato tvrzení jsou zcela obecná. Např. při naší práci v předmětových fyzikálních soutěžích se žáky, jež fyzika zajímá či patří mezi žáky pro fyziku talentované, se setkáváme s mnoha výjimkami z tohoto hodnocení žáků.

### Lze změnit postoj žáků základní či střední školy k výuce fyziky?

Je nám jasné, že zlepšit tuto situaci není v silách jedince, tedy ani učitele fyziky, ředitele školy nebo samotného žáka, ale ani skupiny žáků. V období posledních dvaceti let, kdy se v našem školství preferovaly spíše disciplíny humanitní a s nimi jazykové vyučování, přišla fyzika o svůj kredit vyučovacího předmětu, na který mohou navazovat nejen další přírodovědné předměty a technické disciplíny, ale i matematika, které pro „důkaz“ své užitečnosti potřebuje vhodné aplikační situace. K tomu je však potřebné změnit celkové „pedagogické klima“ nejen na našich základních a středních školách, ale také v celé společnosti. Už teď se ukazuje, že mnoho rodičů dospívá k racionálním závěrům, že humanitně zaměřených absolventů našeho školství bude zanedlouho spíše přebytek, a absolventů vysokých škol přírodovědného a technického naopak nedostatek. Na gymnáziu, kde máme zavedeno „větvení tříd“, tedy žáci se po prvním ročníku vyššího gymnázia rozhodují, zda si zvolí třídu se zaměřením humanitním, přírodovědným či inženýrským, jsme měli zpravidla koncem minulého století dvě třídy humanitní a jednu přírodovědnou, později jednu přírodovědně-inženýrskou. Pro příští školní rok se však žáci rozdělili tak, že jedna třída je čistě přírodovědná a druhá třída obsahuje žáky se zaměřením humanitním a inženýrským. Lze to označit za náhodný případ nebo snad za obrat ke změně ve společenském nazírání na přírodovědné a technické obory studia?

Jako dlouholetý učitel fyziky (zprvu středoškolský, později vysokoškolský) a pracovník Fyzikální olympiády (kde jsem se zaměřoval na obsahovou stránku práce a výběr či tvorbu úloh k řešení) se domnívám, že jednou z cest, zatím však nereálnou, je podstatné zvýšení počtu vyučovacích hodin, jež by byly věnovány výuce fyziky; to by mohlo vést k nápravě nejen v obsahu výuky, ale také v metodách práce při výuce. Mohl by se potom změnit výběr učiva (od minimálních poznatků směrem k rozšíření učiva a jeho aplikací), abychom mohli žákům sdělit podstatnou část toho, co bychom chtěli – historický a metodologický základ, zajímavé a užitečné aplikace, možnosti využívání informačních a komunikačních technologií při konstrukci a řešení fyzikálních problémů. Zvýšený počet týdenních hodin určených pro výuku fyziky by mohl také rozšířit aktivní činnost žáků – jde především o posílení jejich experimentální činnosti v rámci pravidelných laboratorních prací (jak kdysi bývalo ve třídách matematických nebo přírodovědných – 1 h týdně s celou třídou (prakticky 2 h týdně s polovinou třídy, tedy jednou za dva týdny 2 h pro každého žáky ve třídě). A samozřejmě lze využít i projektových prací, v jejichž rámci žáci zpracovávají zadané problémové úkoly. Je třeba si však uvědomit, že vyjmenované klady pro výuku fyziky mají i své zápory, které jsou spojeny se zvýšenými náklady na provoz školy (zvýšení počtu hodin pro učitele fyziky, dále zvýšené náklady na provoz výuky, zvýšení času na přípravu učitelů k výuce fyziky, zejména na laboratorní činnost, ale i na opravu protokolů o provedených měřeních, hodnocení projektů apod.).

Uveďme některé zkušenosti, které jsem získal při výuce fyziky na gymnáziu, kde jsem pracoval jako učitel posledních dvacet let, ale také v rámci práce se žáky, talentovanými pro fyziku v rámci předmětové soutěže Fyzikální olympiáda.

Jednou ze základních cest je přesvědčit žáky, že fyzikální poznatky nebo jejich aplikace nacházíme všude kolem nás; fyziku a její zákony můžeme využít k vysvětlení jevů a dějů, která nás obklopují, tedy pomohou nám pochopit, proč věci fungují a odhalit i to, co není přímo pozorovatelné.

Za vhodnou motivaci před výkladem a užitečnou aplikaci po výkladu bychom měli vyhledávat takové situace, jevy a děje, které jsou žákům blízké, tedy do kterých se mohou dostat, problémy, které musejí nebo možná budou muset řešit. Toho lze dosáhnout nejen výbě-

rem problémových situací, ale i vhodným oslovováním žáků, jejichž jména zabudujeme do textu zadání.

Je vhodné se poohlédnout po dalších vyučovacích předmětech, které žáky zajímají více než výuka fyziky – ať je to např. zeměpis, geofyzika, biologie (zejména biofyzika), sportovní činnosti aj... Zajímavý obsah dokáže zaujmout pozornost žáků, kteří jsou pak ochotni vytvářet si vhodné fyzikální a matematické modely, jejichž použití potom vede k vyřešení problematiky, zadané v textu úloh.

Neměli bychom zapomínat na historické pohledy... Dějiny fyziky, historie fyzikálních měření a měřicí techniky nejen ožíví vykládanou problematiku, ale současně se žáci dozvídají, že věda a vědecké objevy jsou výsledkem dlouhodobé činnosti talentovaných lidí, činnosti, která je plná nejen objevů, ale také omylů a nedostatků.

Velmi důležitý krok při zlepšování přístupu žáků k výuce fyziky vidíme i v tom, že v rámci řešení problémů jsou žáci nuceni sami vyhledávat informace, ověřovat, zpracovávat a ukládat tyto informace, včetně používání informačních a komunikačních prostředků, tedy počítače a internetu.

### Měření na povrchu Země

Tato problematika se nám ukázala být vhodnou zejména ve třídách se žáky, kteří jsou více zaměřeni na humanitní disciplíny, tedy historii a geografii (i když školní zeměpis je zařazován do okruhu Člověk a příroda, nesmíme zapomenout, že má i část společensko-vědní – tzv. politický zeměpis, a i část ekonomickou – hospodářský zeměpis). Připravili jsme tedy několik modelových situací, formulovaných jako problémy, které zahrnují společnou oblast – měření na povrchu Země.

#### Příklad 1: Stanovte rozměry Země

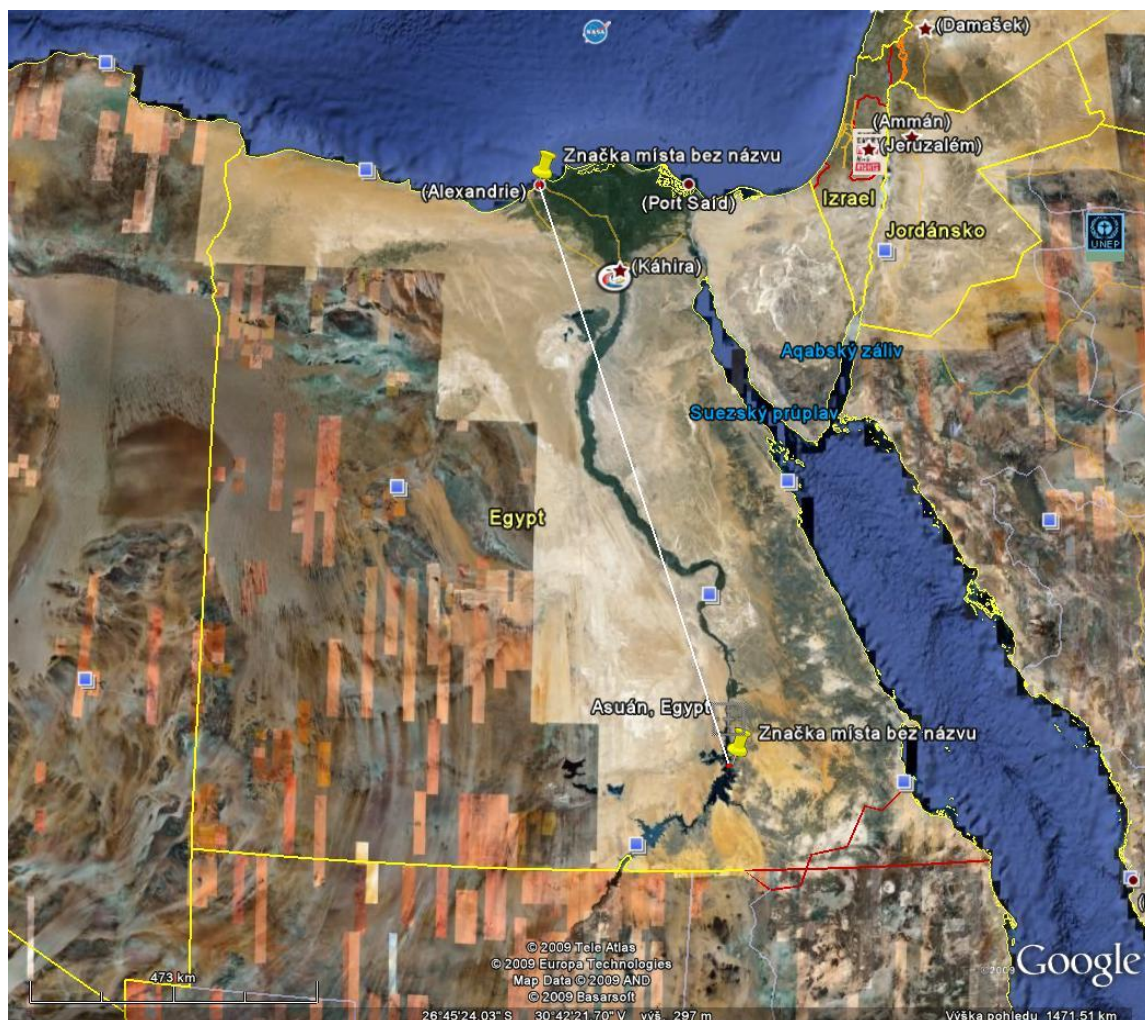
Vzpomeňme nejprve historii, ve které nacházíme Eratosthenovo měření. Eratosthenes byl ředitelem Alexandrijské knihovny a dozvěděl se, že v okolí Syeny (dnes Aswan) jsou místa, kde jediný den v roce kolem poledne dopadá sluneční záření po velmi krátkou dobu (několik minut) na povrch vody ve velmi hlubokých hloubených studních; Slunce bylo v ten okamžik v zenitu. Protože Aswan se nachází v blízkosti obratníku Raka, muselo k tomu docházet v poledních hodinách 20. nebo 21. června. Ve stejný den v nedaleké Alexandrii, ležící přibližně na stejném poledníku, dosahoval stín vysokého obelisku nejmenší délky, z čehož usoudil, že úhel dopadu slunečních paprsků na povrch Země je roven asi  $1/50$  plného úhlu, tedy  $7^\circ 12'$ . V rovinném poledníkovém řezu Zemí vidíme, že úhel dopadu slunečních paprsků na povrch Země je roven rozdílu zeměpisných šířek obou míst, tedy Syeny a Alexandrie. Známe-li vzdálenost obou míst po povrchu Země, můžeme stanovit délku poledníku a odtud délku poloměru Země.

#### Náš úkol: Zopakujte Eratosthenovo měření

Bylo by nejlepší uskutečnit expedici do Egypta, což by bylo časově i finančně poměrně náročné. Proto jsem k měření použil mapy na [www.Googleearth.com](http://www.Googleearth.com). Zjistil jsem však, že obě místa neleží na stejném poledníku, a tak nutně vzniknou ve stanovení identifikačního času drobné nepřesnosti (rozdíl v zeměpisné délce je asi  $3^\circ$ , což představuje rozdíl v okamžiku pravého poledne 12 min = 0,2 h). Zeměpisné souřadnice vzhledem k tomu, že jsem nemohl zcela přesně zjistit počáteční a koncový bod měření, zaokrouhlíme na úhlové minuty. Údaje pro zvo-

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

lené místo v Alexandrii jsou  $31^{\circ}09'N$ ,  $29^{\circ}47'E$ , pro místo v Syeně  $23^{\circ}24'N$ ,  $32^{\circ}47'E$ . Rozdíl zeměpisných šířek je tedy  $7^{\circ}45' = 7,75^{\circ}$ . Naměřil jsem vzdálenost 888 km, po vynásobení  $360/7,75$  vychází pro délku kružnice 41 250 km, zjištěný poloměr Země 6 565 km. Výsledek korigujeme přepočtem na měření na alexandrijském poledníku, hledaná vzdálenost je 832 km, délka kružnice 38 647 km, poloměr Země 6150 km; střední hodnota 6 358 km. Výsledek považuji za velmi dobrý.



### Příklad 2: Měření rozměrů Země proběhlo v historii několikrát

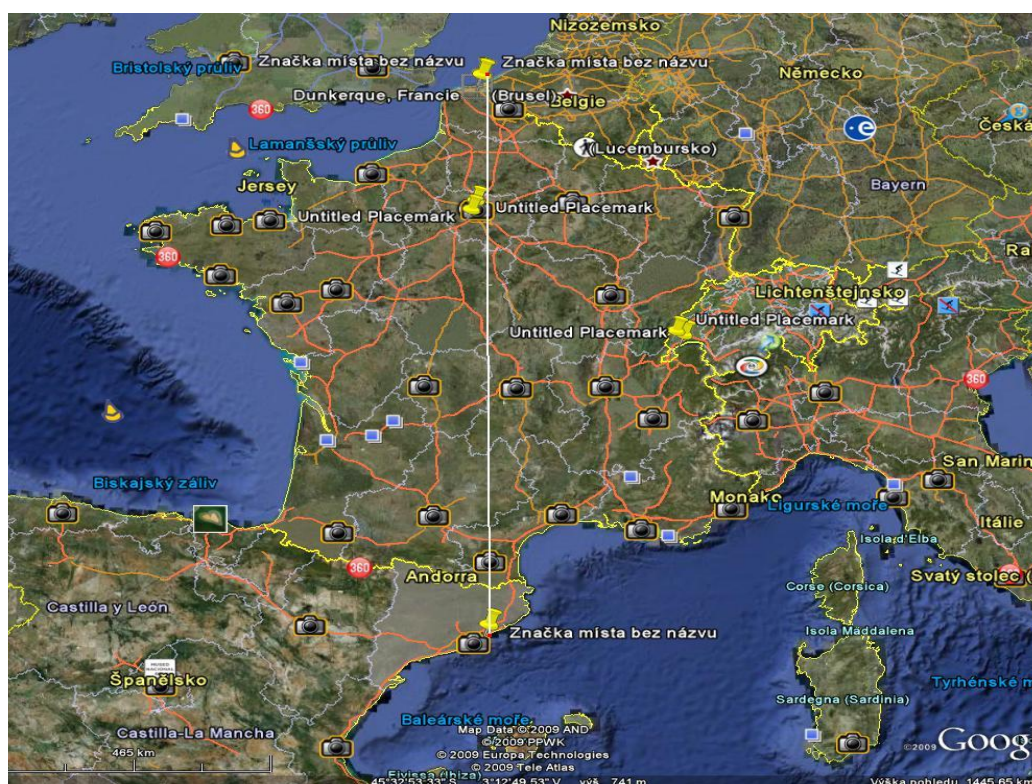
Zajímavé jsou údaje, získané při definici prvního metru, nové jednotky délky, jež byla zavedena během Francouzské revoluce. Komise Akademie navrhla změřit část délky Pařížského poledníku mezi městy Dunkerque a Barcelona. Vzhledem ke dnes užívanému základnímu poledníku Greenwichskému má Pařížský poledník zeměpisnou délku  $2^{\circ}20'14''$ . K měření oblouku byla využita metoda triangulace, úhlová vzdálenost mezi koncovými body byla stanovena na  $9^{\circ}40'26'' = 9,67^{\circ}$ . Později bylo měření prodlouženo až na ostrov Formentera, úhlová vzdálenost obou míst po povrchu Země byla  $12^{\circ}22'13''$ , k měření byla zvolena jednotka toise de Pérou, bylo naměřeno 705 188,8 toise. Odtud se pak propočtl tzv. kvadrant zemský 10 000 000 m, upraveno dalším měřením 10 000 855,76 m s nepřesností  $\pm 498,23$  m; poloměr zemský vychází na 6 367 km. Zajímavě o tom uvádí Čeněk Strouhal ve spisu Mechanika.



## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6



**Náš úkol:** Zopakujte měření, které prováděla komise Francouzské Akademie



Nejprve bylo třeba najít počáteční a koncový bod měření. Obrátil jsem se na museum ve městě Dunkerque, ale bez úspěchu, takže jsem zvolil počáteční bod s ohledem na to, že musí

ležet na pařížském poledníku a ještě na pevnině, zeměpisná šířka tohoto místa byla  $51^{\circ}03'$ . Další místo jsem zvolil v okolí Barcelony na břehu moře, zeměpisná šířka  $41^{\circ}29'$ , rozdíl v zeměpisných šířkách  $9^{\circ}32'$ , změřená vzdálenost 1 062 km, určíme délku kružnice 40 104 km a určený poloměr Země 6 380 km. Možná změna změřené vzdálenosti o  $-1$  km vede k hodnotě poloměru Země 6 374 km.

### Problém 3: Jak změřit délku rovníku?

Ke stanovení délky rovníku, nejdelší kružnice na povrchu Země, musíme změřit vzdálenost dvou míst s nulovou zeměpisnou šířkou. To by byl však v minulosti dosti velký problém: Vezmeme-li to z Ekvádoru, prochází rovník amazonskými deštnými, leckde dříve zcela neprostopnými pralesy, pokračuje přes Atlantický oceán na africký kontinent, též s neprostopnými pralesy, přechází bouřlivý Indický oceán, přes Sumatru a Borneo a pokračuje Tichým oceánem. Takové možnosti, co měla Akademie při měření Pařížského poledníku, zde však chybí.

**Náš úkol:** Změřit vhodnou část rovníku a stanovit délku rovníku.

Jak jinak – opět jsem se vrátil k satelitním mapám na internetu. Vybral jsem pro měření nepříliš rozsáhlou část rovníku mezi pobřežím Sumatry a pobřežím Kalimantanu (Borneo). Měření jsem prováděl na [www.Googleearth.com](http://www.Googleearth.com). I když to není zrovna lehké, snažil jsem se udržovat nulovou zeměpisnou šířku a určoval jsem zeměpisnou délku obou míst, v nichž rovník „opouští“ pevninu. Rozdíl zeměpisných délek činí  $5,25^{\circ}$ , měřená vzdálenost je 585 km, na  $1^{\circ}$  připadá 111,4 km, délka rovníku je potom 40 114 km a odtud hledaný rovníkový poloměr Země 6 384 km.



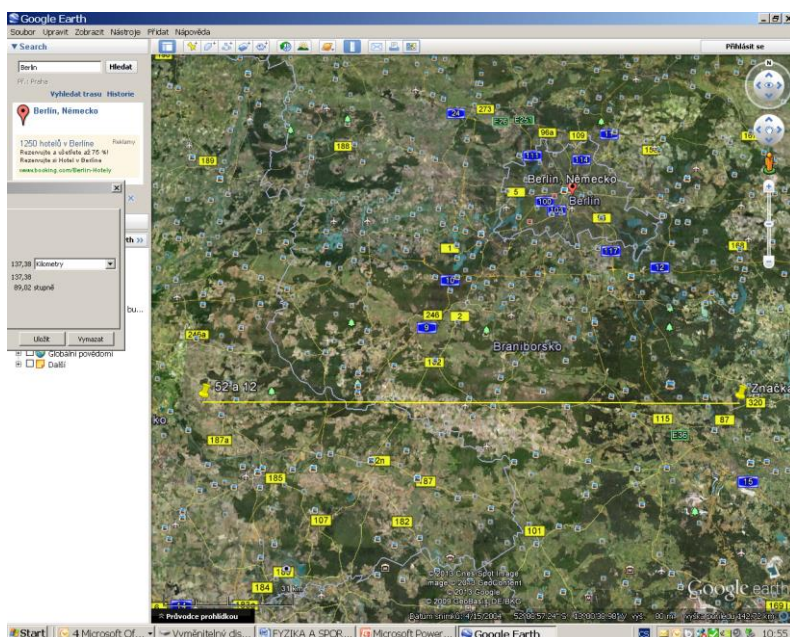


## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

### Problém 4: Změřte délku 52. rovnoběžky na severní polokouli.

Úkol není příliš složitý – je třeba najít vhodné místo, kde nejsou vrchoviny nebo hory, aby naměřená vzdálenost odpovídala skutečnosti.

Jižně od Berlína jsem si zvolil opět dvě místa o zeměpisných délkách  $12^\circ$  E a  $14^\circ$  E; vzájemná vzdálenost byla změřena 137,5 km. Na jeden stupeň zeměpisné délky pak připadá 68,75 km, délka 52. rovnoběžky mi vyšla 24 725 km, odtud určený poloměr této rovnoběžky 3 935 km. Použijeme-li k výpočtu známých hodnot  $R = 6371$  km a  $52^\circ$  N, vychází hodnota poloměru kružnice 3 922 km a délka 52. rovnoběžky 24 645 km. Výsledek našeho měření je tedy poměrně slušný.



### Problém 5: Ferris Wheel v Singapuru

Nejvyšší kolo Ferris Wheel je umístěno na mořském pobřeží v Singapuru. Při jízdě dosahují kabinky nejvyšší výšky 168 m nad mořskou hladinu.

**Náš úkol:** Do jaké vzdálenosti lze vidět z nejvyššího bodu, do něhož se dostane cestující v kabině kola?

Užitím Pythagorovy věty a zanedbáním výšky  $h$  oproti poloměru Země (Singapur je skoro na rovníku, tedy 6 378 km) dostaneme pro vzdálenost dohledu na úrovni mořské hladiny přibližně 42,3 km, tedy z kabinky je vidět celý ostrovní stát.





**Problém 6: Stanovte, jakou délku na zemském povrchu odkráčíme, když se zeměpisná šířka změní o  $1'$ , případně  $1^\circ$ ?**

**Náš úkol:** Délku všech poledníků budeme považovat za stejnou, a to jako délku poloviny elipsy, s osami  $a = 6378,137$  km a  $b = 6356,752$  km, délka poloviny elipsy je 20 004 km, na  $1^\circ$  zeměpisné šířky připadá tedy 111,13 km, na  $1'$  zeměpisné šířky 1 852,2 m. Dohodou byla stanovena délka námořní míle (nautical mile) 1 852 m (přesně), jež vychází z délky kvadrantu 20 000 km. Americká míle byla určena z délky rovníku, tedy délka připadající na změnu  $1'$  zeměpisné délky, což činí 1 855,3 m.

**Problém 7: Údaje, které nalézáme na internetu, jsou často udávány s přesností na setinu úhlové vteřiny.**

**Náš úkol:** S jakou přesností se měří na internetových mapách?

Vezměme délku poledníku asi 20 000 km, na  $1^\circ$  případně asi 111 km, na  $1'$  asi 1 852 m, na  $1''$  asi 31 m, na jednu setinu úhlové vteřiny je to 0,31 m, tedy asi 1 stopa (foot). Budeme-li zvažovat měření ve směru některé rovnoběžky, potom jsme zjistili, že na 52. rovnoběžce odpovídá  $1^\circ$  oblouk 71,2 km, pro úhel  $1'$  odpovídá oblouk 1 187 m, pro úhel  $1''$  oblouk asi 20 m, jedné setině úhlové vteřiny 0,2 m. Pokusíme-li se vložit měřicí značku (křížek) dvakrát do téhož místa, zjišťujeme poněkud jiné údaje, tedy přesnost udávaného měření je větší, než je přesnost umístování měřicí značky.

**Problém 8: Odhadněte, v jaké výšce se kosmická loď nacházela?**

Velitel kosmické lodi hlásil pozorovacímu středisku Tidbinbilla nedaleko Camberry, že se nachází nad Austrálií a právě vidí celý světadíl.



**Náš úkol:** Provést potřebné výpočty, nutné ke stanovení odpovědi.

K výpočtu potřebujeme odhadnout rozměry australského kontinentu, což zjistíme použitím atlasu nebo satelitní mapy. Vyšlo nám, že pozorovaný rozměr je menší než 4 100 km, tedy že Austrálie se vejde do kruhu o poloměru asi 2 050 km. Odtud odhadneme výšku kulového vrchlíku na 330 km a následně výšku kosmické lodě nad povrchem asi 332 km. Tento údaj pak použijeme při výpočtu doby oběhu i rychlosti.

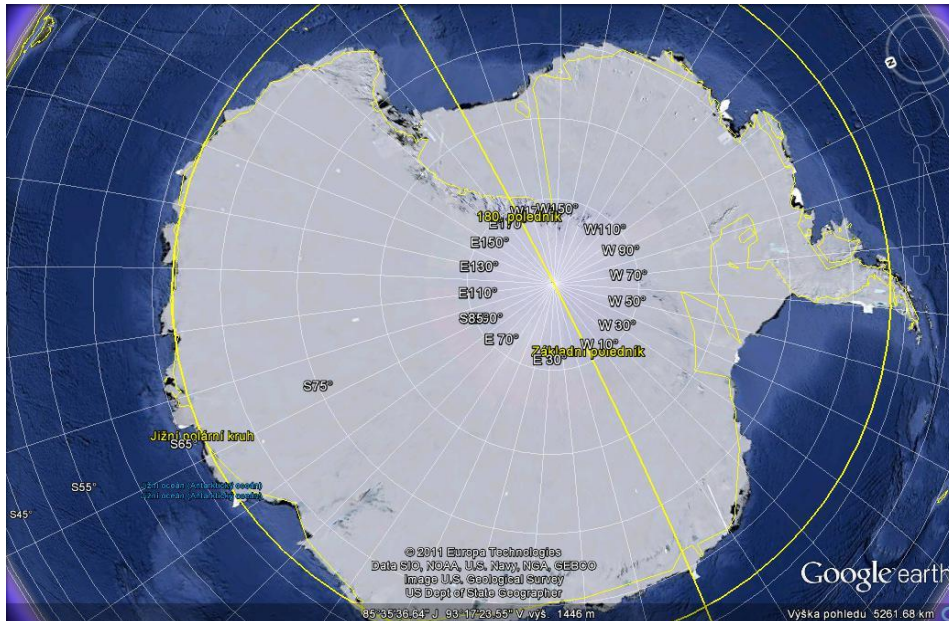
### **Problém 9: Jak se měří vzdálenosti na povrchu Země ve směru poledníku**

**Náš úkol:** Protože jsou všechny poledníky stejně dlouhé (uvažujme přibližně 20 000 km), stačí pro první odhad vzdálenosti využít rozdíl zeměpisných šířek  $\Delta\varphi$  a střední hodnoty pro poloměr Země, tj. 6 371 km. K přesnějšímu výpočtu potřebujeme znát hodnotu poloměru křivosti rotačního elipsoidu v daném místě. K lepší orientaci budeme označovat místa se severní zeměpisnou šířkou kladně a jižní zeměpisnou šířkou záporně.

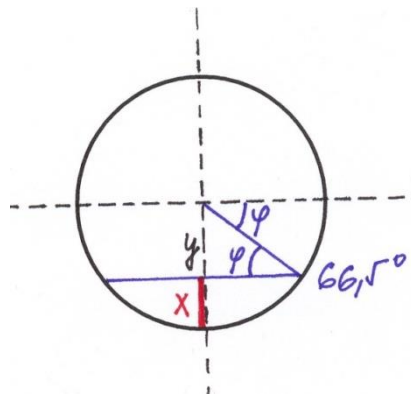
### **Problém 10: Jak se měří vzdálenosti na povrchu Země ve směru rovnoběžek?**

**Náš úkol:** Protože různé rovnoběžky mají různou délku, musíme vždy vědět, o jakou zeměpisnou šířku se jedná. Protože kromě rovníku nejsou rovnoběžky kružnicemi hlavními, nebude vzdálenost dvou míst odměřená po rovnoběžce vzdáleností nejkratší. Letadlo směřuje z města Valparaiso v Jižní Americe ( $33^{\circ}\text{S}$ ,  $71,5^{\circ}\text{W}$ ) do Sydney ( $34^{\circ}\text{S}$ ,  $151^{\circ}\text{E}$ ), tedy poletí-li ve směru rovnoběžky, bude rozdíl zeměpisných délek  $137,5^{\circ}$  a letadlo urazí trasu 15 270 km. Když poletí po orthodromě, bude vzdálenost míst 11 360 km. Tento údaj získáte, když na mapách [www.Googleearth.com](http://www.Googleearth.com) začnete měřit vzdálenost dvou míst s různými zeměpisnými délkami, třeba i se stejnou zeměpisnou šířkou.

## Problém 11: Určete plošný obsah Antarktidy



**Náš úkol:** Nejprve musíme určit výšku  $x$  vrchlíku, který je určen na kouli polárním kruhem, tedy rovnoběžkou  $66,5^\circ$ . Z obrázku plyne: 5 845 km. Potom  $x = 528$  km.



Pro povrch vrchlíku platí:  $S = 2\pi \cdot R_Z \cdot x = 21135932 \text{ km}^2$ , přičemž dvěma třetinám odpovídá povrch přibližně  $14\,000\,000 \text{ km}^2$ .

## Problém 12: Určete, kolik vody by vzniklo táním ledu při průměrné tloušťce ledovcové vrstvy na povrchu Antarktidy 2 000 m.

**Náš problém:** Uvažujeme-li průměrnou tloušťku ledu 2 000 m, je objem ledu:  $2,8 \cdot 10^{16}$  kubických metrů. Hmotnost ledu je  $m = \rho \cdot V = 2,56 \cdot 10^{19} \text{ kg}$  (hustota ledu je  $917 \text{ kg/m}^3$ ), jeho roztáním by vznikla voda o objemu  $V = 2,5 \cdot 10^{16} \text{ m}^3$  (použijeme hustotu slané vody  $1\,028 \text{ kg/m}^3$ ). Pokud by se tato voda rozlila po povrchu Země ( $510 \cdot 10^6 \text{ km}^2$ , oceány zaujímají 70 %, tj.  $357 \cdot 10^6 \text{ km}^2$ ), znamenalo by to zvýšení hladiny světového oceánu o 70 metrů. Byla by tak zaplavena rozsáhlá pobřežní území, mnohé ostrovní státy by z mapy světa zmizely úplně. Podstatně by se změnila hranice mezi mořem a pevninou, vodní plochy by se rozšířily, a proto by bylo zvýšení hladiny o něco menší.

### Několik slov závěrem

Ve všech našich úvahách jsme experimentovali; tyto naše experimenty však neproběhly s reálnými pomůckami. Pracovali jsme s internetem, potřebné hodnoty jsme získávali na satelitních mapách, případně jsme hledali potřebné údaje ve Wikipedii. Na druhé straně jsme však zjistili, že jsme museli postupovat stejně, jako bychom dané údaje získali přímým nebo nepřímým měřením. Tak, jako žijí lidé ve virtuálním světě, vytvořeném pomocí počítače a příslušných programů, také my jsme pracovali s virtuálními hodnotami, a to ve **virtuálních fyzikálních experimentech**. Tak se svět reálné fyziky, jenž děti leckdy moc nezajímá, a my nedokážeme překročit hranice k dětem, začal podobat světu dětské hry s počítačem. Co když právě toto je cesta ke „zlidštění (pro děti) málo zajímavé fyziky“?

A nakonec velmi důležitá závěrečná omluva: Omlouvám se všem nadšeným experimentátorům, Jsem také nadšenec jednoduchých experimentů, vedoucích k rozvoji tvořivosti pomocí pomůcek, které máme nedaleko sebe, aniž bychom věděli, že s nimi lze pokusy provádět. Ale jsem také zapálený pro tzv. historické pokusy – jejich uvádění je první cestou k tomuto virtuálnímu experimentování: zobrazujeme a vysvětlujeme experimentální soupravy, používáme dříve získaných údajů. Internet nám dává mnoho možností pro historii fyziky. Proč tedy nenacházet na internetu a v encyklopediích údaje o realitě, jež nám poskytnou další možnosti pro virtuální pokusy?

### Literatura:

1. VOLF, I. *Fyzika je všude kolem nás*. Hradec Králové, MAFY 2001.
2. VOLF, I. *Jak jsem měřil (na) zeměkouli*. Matematika-Fyzika-Informatika. 20 (2011), s. 402–408
3. VOLF, I., KABRHEL, P. *Několik reálných a virtuálních experimentů*. Matematika-Fyzika-Informatika (článek v recenzním řízení)
4. VOLF, I.: *Pedagogické aplikace modelování reality* (rukopis, připraveno k tisku)
5. VOLF, I., KLAPKOVÁ DYMEŠOVÁ, P.: *Na rozhraní fyziky a zeměpisu* (rukopis). Volně přístupno z <http://cental.uhk.cz> .
6. [www.wikipedia-en](http://www.wikipedia-en) . Jednotlivá hesla v anglické verzi.
7. [www.Googleearth.com](http://www.Googleearth.com)

### Kontaktní adresa

Prof. RNDr. Ivo Volf, CSc.

Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové

Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové

Telefon: +420 493 331 190, sekretářka 420 493 331 189, mobil: 420 608 554 222

E-mail: [ivo.volf@uhk.cz](mailto:ivo.volf@uhk.cz)

### České učebnice fyziky – jejich vývoj a poslání

Bohumil VYBÍRAL

#### Abstrakt

Článek se zabývá vývojem a posláním učebnic fyziky, užívaných na českých školách v průběhu 19. a 20. století. Jejich vývoj člení do pěti etap. Pozornost věnuje počátkům česky psaných učebnic v 19. století, které se užívaly na českých základních a středních školách. Zdůrazňuje významné působení Jednoty českých matematiků a fyziků na tomto poli. Hlavní pozornost věnuje učebnicím fyziky pro gymnázia ve 20. století až do současnosti.

### Czech physics textbooks – their development and role

#### Abstract

The article deals with the development and role of physics textbooks used at Czech schools in the course of the 19th and 20th century. Their development is divided into five parts. It focuses on the beginning of the Czech written textbooks in the 19th century used at Czech primary, secondary and high schools. It points out significant activity of the Union of Czech Mathematicians and Physicists in this sphere. The main attention is being paid to physics textbooks for high schools from the 20th century until today.

#### Úvodní úvahy a poznámky

Učebnice fyziky je důležitou součástí vzdělávacího procesu ve fyzice, která žáka na základní a střední škole (a studenta na vysoké škole) seznamuje s problematikou fyzikálního poznávání světa a upozorňuje jej na četné aplikace získaných fyzikálních poznatků (byť jen kvalitativně) a učí jej řešit konkrétní zadané problémy. Požadavky na dobrou učebnici fyziky pro základní a střední školy lze shrnout do těchto bodů:

- Seznamovat žáka s fyzikálními vlastnosti světa na úrovni, která odpovídá jeho věku a typu vzdělávání. Realizovat přitom přiměřený transfer významných aktuálních poznatků fyziky jako vědy do učiva.
- Prezentovat fyzikální obsah učiva srozumitelně a názorně (s využíváním experimentů), s logickým členěním a vzájemnými souvislostmi a aplikacemi.
- Prezentovat učivo nejen jako stručný soubor poznatků, ale ukazovat i na cesty poznávání, experimenty, které k němu vedly, na historii poznávání (i na těžkosti a omyly objevitelů) – prostě dělat výklad zajímavý, motivující.
- Získané poznatky procvičovat na promyšlených příkladech a úlohách „o něčem“ – a tím podněcovat zájem o aplikace a touhu něco vytvořit.
- Ukazovat na současné problémy rozvoje fyziky a nebát se zařadit i prvky badatelské práce (např. sledování zajímavých jevů, zapisování pozorovaných jevů a výsledků vlastních jednoduchých experimentů včetně jejich analýzy).

- Učit žáka pracovat s odborným textem, přesně se vyjadřovat a v neposlední řadě jej systematicky vést k tvořivému myšlení řešením vhodných zadaných problémů s konkrétním aplikačním obsahem.
- Vyvolávat profesní zájem o další studium ve fyzice, nebo v přírodovědném či technickém oboru.
- Mít dobrou ilustrační, motivující výbavu – prostě učebnice by měla být pěknou knížkou, kterou žák rád bere do rukou a přemýšlí o jejím obsahu.

Ne každá učebnice fyziky si klade takové cíle. Je však pravda, že ve srovnání s ostatními obory/školními předměty patří učebnice fyziky už svým zaměřením a obsahem (např. vedle např. učebnic biologie) zpravidla k těm nejlepším. Vzhledem ke značnému věcnému významu fyziky pro moderního člověka a společnost by ji měla být věnována pozornost po všech stránkách – nejen ze strany autorů, učitelů a žáků.

Vývoj českých učebnic fyziky lze zhruba rozčlenit do pěti etap, které odpovídají vývoji školské vzdělávací soustavy a didaktického systému fyziky:

- Počátky českých učebnic (od počátku 19. stol. – do jeho konce).
- Etapa relativně stabilizovaného stavu školství (1900–1952).
- Etapa permanentních školských reforem, avšak současného posilování významu vzdělávání ve fyzice (1953–1989).
- Rozvolněný vývoj školství, humanizace vzdělávání, decentralizace obsahu, možnost paralelních sérií učebnic (1990–dosud).
- Učebnice s výraznou podporou elektronických médií (současnost a blízká budoucnost).

V následujících částech bude o jednotlivých etapách stručně pojednáno. Jde o velmi široký záběr problematiky, zvláště vezmeme-li do úvahy vzdělávání ve všech stupních škol a v jeho velké odborné šíři (počínaje střední školou). V první etapě nám půjde o učebnice fyziky bez ohledu na typ školy, pro něž je určena. V této etapě šlo totiž také především o tvorbu českého fyzikálního názvosloví. V dalších etapách bude pozornost věnována především učebnicím fyziky pro školy gymnazijního typu.

Vývojem výuky fyziky a vývojem učebnic fyziky na středních školách v Čechách do roku 1918 a v období let 1918–1948 se soustavně a podrobně zabývá Gerhard Höfer v monografiích [1] a [2]. V první analyzuje 27 učebnic a ve druhé velmi podrobně devět učebnic fyziky. Výstižný rozbor vývoje didaktického systému fyziky a českých učebnic fyziky pro gymnázia podává práce [3] Oldřicha Lepila, který se na tvorbě mnohých z nich již více než 50 roků podílí. Všeobecně učebnicemi fyziky zabývá text [4].

Učebnice fyziky zpravidla vycházejí ze schválených osnov (ve 20. století to u nás důsledně platilo pro základní a střední školy; osnovy schvalovalo ministerstvo školství). U učebnic fyziky, vydávaných nakladatelstvím JČMF (nyní Prometheus), dává JČMF garanci správnosti jejich obsahu. Osnova určuje skladbu, posloupnost a rámcový obsah učiva, učebnice učivo rozpracovává a uvádí aplikace, příklady a úlohy k procvičení. Situace na českých základních a středních školách se však v posledním desetiletí výrazně změnila, neboť ministerstvo školství školám uložilo (vyplývá to ze „školského zákona“ § 4 odst. 3 zákona č. 561/2004 Sb), aby si zpracovaly své vlastní (školní) vzdělávací programy (podle předložených „Rámcových vzdělávacích programů“). Tato demokratizace může být na jedné straně prospěšná, kdy si škola (vedená rozumným ředitelem), vytvoří vlastní vzdělávací program,



který bude moderní a pro žáky přitažlivý. Je pak na schopném a zkušeném učiteli fyziky, aby školní vzdělávací program v daných mezích pomocí dobré učebnice naplnil, efektivně vyučoval a rozvíjel tvůrčí myšlení žáků. Tato jistá rozvolněnost vzdělávání však také vedla k tomu, že na mnohých gymnáziích se hodinová dotace na fyziku a matematiku (předmětů u žáků zpravidla méně oblíbených) výrazně snížila k neprospěchu fyzikální (a matematické) vzdělanosti mládeže.

Pro tvorbu učebnice fyziky je základním faktorem hodinová dotace pro výuku fyziky. Zde uvedu, jak se tato dotace vyvíjela na českých školách gymnazijního typu od roku 1898 do současnosti (je uvedena celková týdenní dotace výuky fyziky na gymnáziu<sup>11</sup>; u víceletých gymnázií a JSS/DSŠ na vyšším – středoškolském stupni a SVVŠ):

1898	reálka (sedmiletá)	8
1899	gymnázium	6
1908	reálné gymnázium	7
1919	gymnázium	8
1948	gymnázium	7
1953	jedenáctiletá SŠ (9.–11. tř.)	10 + 1 <sup>12</sup>
1961	SVVŠ	10
1983	gymnázium	13
1990	gymnázium	8
2006	gymnázium (RVP + ŠVP)	min. 6

### Počátky českých učebnic fyziky

Národní obrození v českých zemích habsburské monarchie začalo probíhat sice již od konce 18. století (zejména v oblasti krásné literatury a divadla), avšak do oblasti přírodních a technických věd se začalo zřetelně prosazovat až od druhé poloviny 19. století. Souviselo to s reformou školství v habsburské monarchii. Proto (jen stručně) uvedeme, že proběhala ve dvou etapách. První souvisela již s tereziánskou reformou roku 1774, kdy se základní vzdělání na *elementárních školách* začínalo poskytovat v mateřském jazyce dětí (někdy však i jen v němčině). Šlo o tři typy škol: *triviální* (jedno nebo dvoutřídní), *hlavní* (třířídinní) a normální (čtyřřídinní). Druhá reforma školství proběhla po roce 1866; nový školský zákon byl vydán roku 1869. Školský systém v Zemích koruny české pak byl tento: *škola obecná, škola měšťanská, školy střední, česká gymnázia* (postupně od roku 1867), *reálná gymnázia a reálky*. Pokroku bylo dosaženo i na úrovni univerzitní, kdy se roku 1882 podařilo *Karlovu-Ferdinandovu univerzitu* (KFU) rozdělit na dvě, na českou a německou. Fyzika se česky pěstovala na Filosofické fakultě KFU. Tehdy na ní působili významní čeští profesori fyziky jako František Josef Studnička, Čeněk (Vincenc) Strouhal a František Koláček, později ještě Augustin Seydler, František Závíška a Bohumil Kučera. Česká část KFU byla do roku 1899 jedinou ryze českou vysokou školou, kdy byla v Brně založena *C. k. česká technická vysoká*

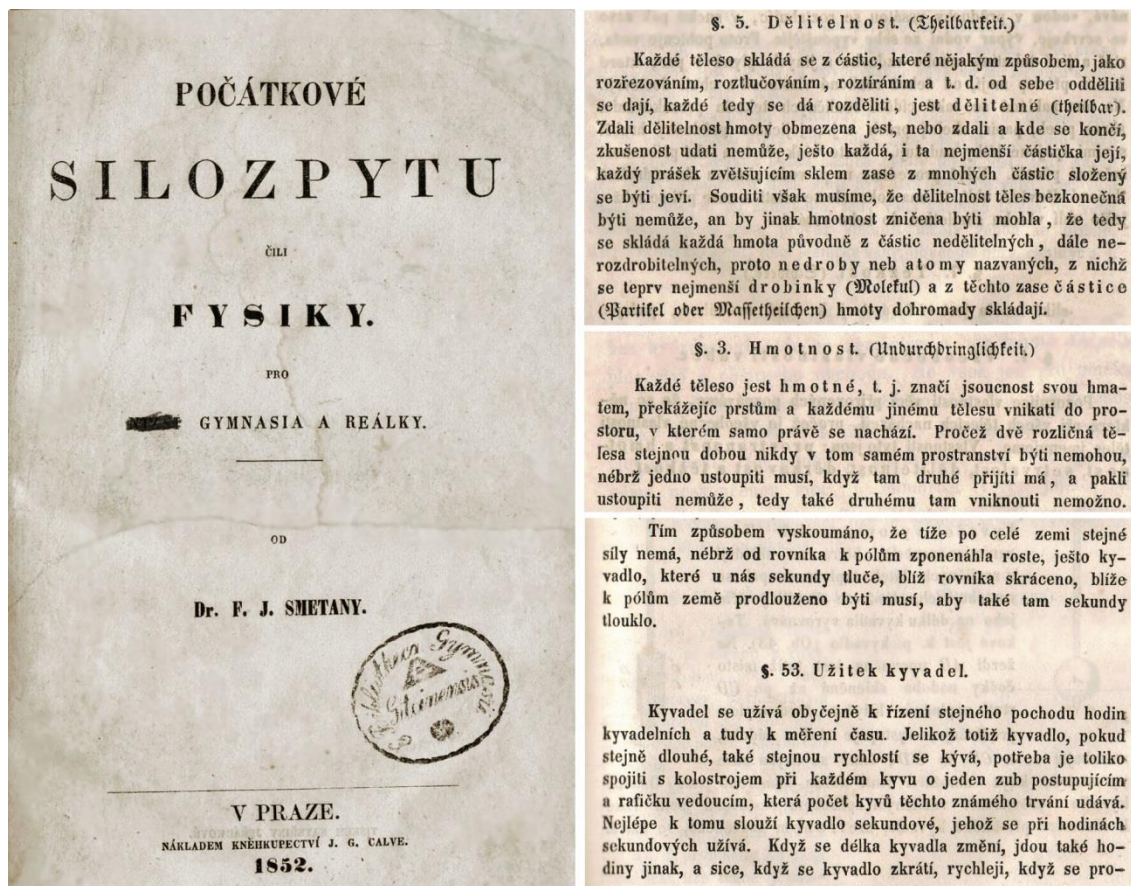
<sup>11</sup> Např. 10 h (na SVVŠ r. 1961) = 3 + 3 + 4 nebo 6 h (na G r. 2006) = 2 + 2 + 2 + 0.

<sup>12</sup> Jedna hodina dotace byla věnována samostatnému předmětu *Astronomie*, kterou lze zařadit do *Fyziky*.

škola Františka Josefa (dnešní VUT) a teprve roku 1919 (Masarykova) universita v Brně. Polytechnika v Praze (dnešní ČVUT) byla do roku 1918 německo-česká.

Češtinu bylo možné na gymnáziích částečně používat již od roku 1816. Do té doby se na středních školách (především na gymnáziích a reálkách) užíval převážně jazyk německý anebo i latinský. Latina, jako jazyk vědců, byla opuštěna na konci 18. století. Čeština se samozřejmě lépe prosazovala na nižších školách (elementárních, obecných a měšťanských). Zmíněné reformy školství vedly také k nutnosti vytvářet v matematice, v přírodních vědách a technických oborech vhodnou českou odbornou terminologii. Snahou českých obrozenců bylo utvořit pro odbornou terminologii důsledně české ekvivalenty. Mnohé však byly vytvářeny necitlivě a zní (z dnešního hlediska) úsměvně.

Začneme již snahou vytvořit český název pro obor *fyzika* – tehdy *fysika* (viz [5]) – vedle mezinárodně nakonec přijatého *fysika* (z řeckého *fysis* – příroda), byly navrhovány a přechodně i užívány tyto názvy: *umění přirozených věcí* (J. Nejedlý, 1806), *učení o přirození* (P. Michalko, 1819), *přírodnictví* (V. Sedláček, 1825), *přírodoskum* (K. Šádek, 1825), *silozpyt* (F. J. Smetana, 1842), *živlověda* (F. S. Kodym, 1864). Označení *fysika*<sup>13</sup> začíná důsledně užívat až Antonín Majer od roku 1872.



Obr. 1 Ukázka učebnice fyziky B. J. Smetany z r. 1852 se zajímavými úryvky

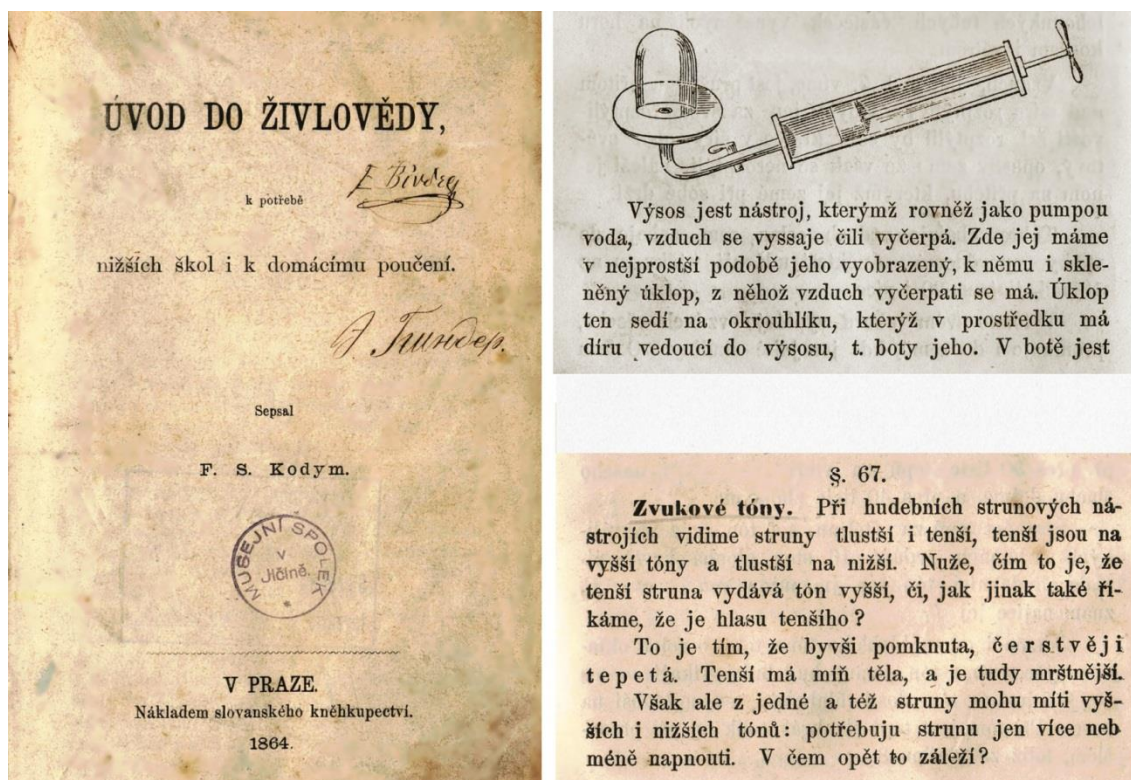
Prvním soustavným pojednáním o fyzice, které bylo určeno „učitelům na hlavních školách“, je spis „*Přírodoskum neb Fyzyka čili Učení o přirozených věcech*“ o 109 stranách.

<sup>13</sup> Písmenko „s“ na „z“ změnila až pravidla českého pravopisu v roce 1958.



Knížku vydal roku 1825 v Hradci Králové Karel Šádek na svůj náklad. Je to spíše pomocná kniha pro další vzdělávání učitelů, než učebnice. Má zcela kvalitativní charakter (bez matematických výrazů) a je psána staročeštinou. Téhož roku 1825 vyšla v Praze vědecktější pojatá učebnice *Základové Přírodnictví aneb Fyzyky a Matematiky potažené neboli smíšené*, Díl I. Jejím autorem je dr. Vojtěch Sedláček, kněz s univerzitním přírodovědným vzděláním. Díl II. učebnice vyšel roku 1828, avšak další pokračování již autor nestihl, protože v 51 letech zemřel. Sedláčkovu Fyziku po 50 letech vysoce zhodnotil prof. F. J. Studnička [5], a to jak z hlediska věcného obsahu a fyzikálního výkladu, tak z hlediska citlivosti výběru českých slov pro odborné názvosloví.

Vrcholem tehdejších snah o úplnou českou učebnici fyziky byla podrobná učebnice F. J. Smetany: *Silozpyt čili fysika* pro vyšší gymnasia a reálky z roku 1842 (Praha: Matice Česká), která má 3 díly a celkem 332 obrázků. Pro nižší střední školy též autor o 10 roků později vydal učebnici: *Počátkové silozpytu čili fysiky pro nižší gymnasia a reálky*, 276 s. (Praha: Knihkupectví J. G. Calye, 1852) – viz obr. 1. Učebnice je moderní v tom, že např. uvádí základní pojmy atomismu, hovoří o „hmotnosti“ těles (pojem se znovu do češtiny znovu zavedl až po roce 1966). Také pomocí experimentů uvádí poslední objevy v elektromagnetismu – např. Ampèrovu teorii elektromagnetismu anebo elektromagnetickou indukci (z roku 1831). Veškerý výklad je kvalitativní, bez matematiky. Zde se vedle vytvářené české fyzikální terminologie v závorce rovněž uvádí pojmy v němčině<sup>14</sup>. Českou fyzikální terminologii Smetana zavádí velmi citlivě, hovoří např. o „elektřině“, o „optice“, jak je tomu i dnes (V. Sedláček r. 1825 optice říká „světelství“).



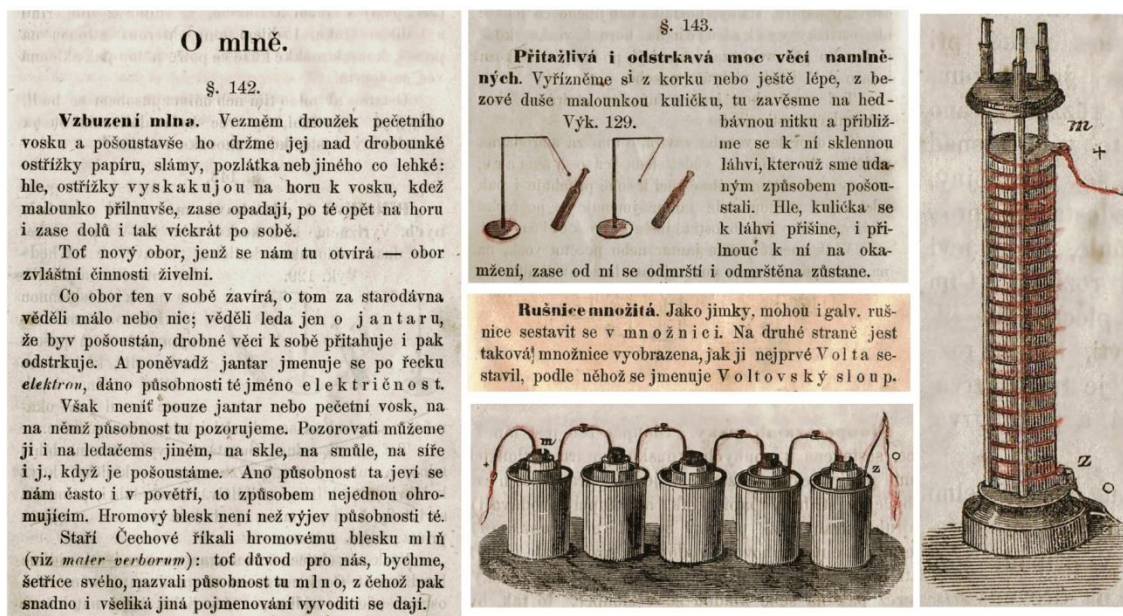
Obr. 2 Ukázka učebnice fyziky F. S. Kodyma z roku 1864 se zajímavými úryvky

<sup>14</sup> V současnosti uvádí terminologický slovník fyziky [6] ekvivalentní pojem v angličtině.

Z hlediska pokusů o tvorbu originální české fyzikální terminologie je zajímavá učebnice od F. J. Kodyma: *Úvod do živlovedy k potřebě nižších škol i k domácímu poučení*, 318 s. (Praha: Slovanské kněhupectví, 1864) – viz obr. 2. Zde se můžeme setkat s přehnanou snahou vytvářet původní české ekvivalenty k většině odborných pojmů. Kodym např. pro „skupenství“ užívá slovo „spojenství“, o „šíření zvuku“ hovoří jako o „donášení zvuku“, kmitání nazývá „tepetání“ a elektřině říká „mlno“. Takže dnešní „vzájemné silové působení nabitých těles“ úsměvně vyjadřuje slovy: „přitažlivá i odstrkavá moc věcí namlněných“. Z názvu „rušnice množivá“ bychom dnes bez obrázku asi nepochopili, že jde o galvanickou baterii. Ukázka statě o „mlně“ je na obr. 3.

Další tehdejší učebnice je od A. Majera: *Fysika pro měšťanské školy*, 188 s., (Praha: nákladem spisovatelovým, 1872). Pro jednotky délky užívá ještě „palec, střevíc (tj. stopa), loket a míle“, avšak Majer uvádí, že nový zákon z 23. 7. 1871 ustanovuje od 1. 1. 1876 povinnost užívat již jen metrickou („francouzskou“) soustavu jednotek, o níž zde podává podrobnou informaci. Je to pěkná učebnice, která již vyjadřuje české fyzikální pojmy slovy velmi blízkými současné terminologii. Vedle kvalitativního popisu obsahuje i některá řešení kvantitativní, i když převážně grafická (ve statice a optice).

Mezi roky 1825 a 1913 se na tvorbě českých učebnic fyziky podílelo celkem 27 autorů [7]: Karel Šádek, Vojtěch Sedláček, František Josef Smetana, Jan Krejčí, F. Stanislav Kodym (roku 1853 napsal také učebnici chemie: *Navedení k lučebnictví*), Karel Starý, Josef Klika, Antonín Majer, Eduard Stoklas, Jan Kopecký, Jan Crüger, František Hromádka, Jan D. Panýrek, Gustav Miler, Karel Sýkora, J. B. Lamb, Emanuel Leminger, Václav Pošusta, Gustav Kobliha, Karel Brož, František Reiss, J. A. Theurer, Bohuslav Mašek, Jaroslav Mareš, Jaroslav Jeništa, František Nachtikal a Stanislav Petíra.



Obr. 3 *Pojednání o mlně (tj. o elektřině) z učebnice fyziky F. S. Kodyma z roku 1864*

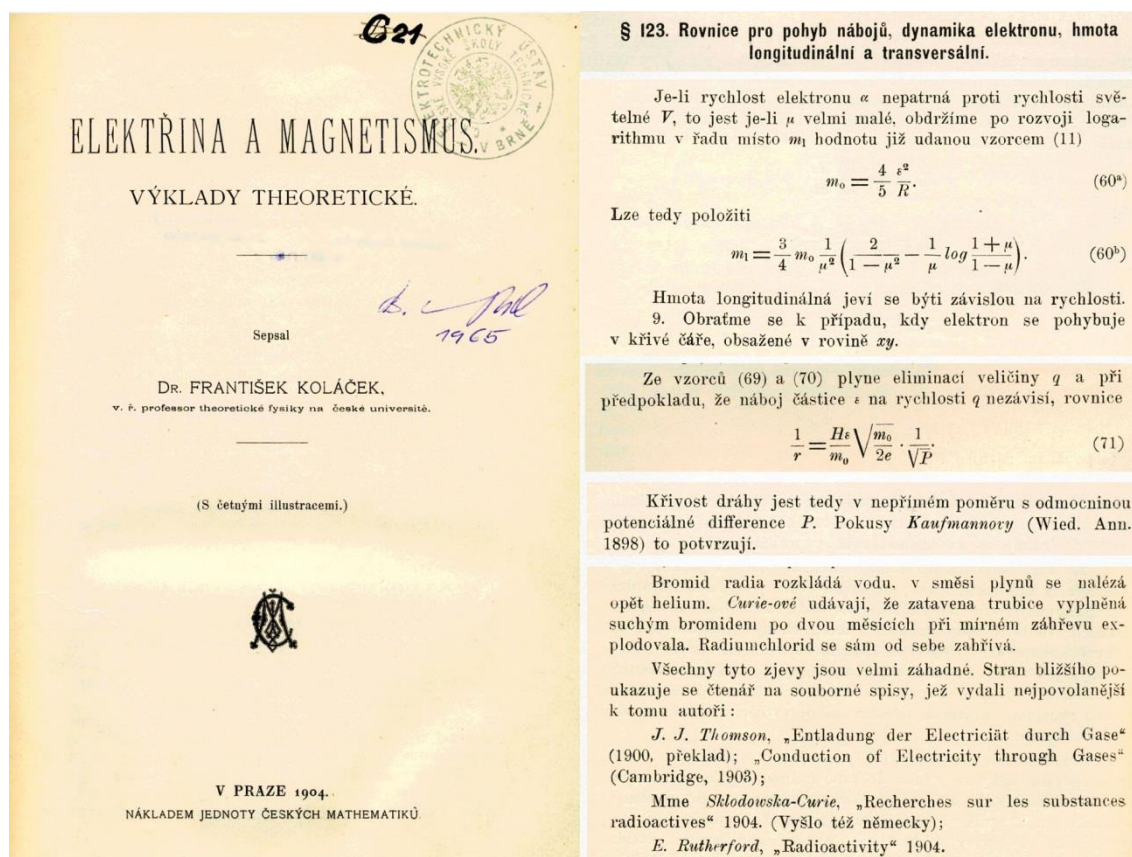
### Podíl Jednoty českých matematiků na vydávání učebnic na přelomu 19. a 20. stol.

*Jednota českých matematiků* (JČM), založená v Praze roku 1862, která již od samého počátku sdružovala také fyziky (v názvu Jednoty objevilo až od roku 1912 – od té doby tedy



JČMF), si od roku 1873 vzala jako jeden ze svých cílů vydávat učebnice matematiky a fyziky, které by zajišťovaly „jednotnou terminologii a jistou nezbytně nutnou normalizaci celého vyučovacího procesu“ [9]. První učebnici fyziky vydala JČM roku 1893. Nyní podle [8] uvedu chronologicky všechny učebnice fyziky, které JČM vydala mezi lety 1893 a 1910; bylo jich celkem 14 (mimo opakovaných vydání).

- F. Reiss, J. A. Theurer: *Fysika pro vyšší třídy středních škol*, Praha: JČM, 1893. Vydání pro gymnasia, 330 s., (5. vyd. 1909), vydání pro reálky, 301 s., (5. vyd. 1909).
- F. Koláček: *Hydromechanika*. Sborník JČM č. II., 290 s., Praha: JČM, 1898.
- Č. Strouhal: *Mechanika*. Sborník JČM č. IV., 670 s., Praha: JČM, 1899.
- K. Brož: *Fysika pro nižší gymnasia*, 189 s., Praha: JČM, 1901. (2. vydání 1904)
- K. Brož: *Fysika pro nižší reálky*, 182 s., Praha: JČM, 1901, (3. vyd. 1908).
- Č. Strouhal: *Akustika*. Sborník JČM č. VI., 677 s., Praha: JČM, 1905.
- F. Koláček: *Elektrina a magnetismus*. Sborník JČM č. IX., 677 s., Praha: JČM, 1904.
- Č. Strouhal: *Thermika*. Sborník JČM č. XI., Praha: JČM, 1908.
- Č. Strouhal, B. Kučera: *Mechanika*. Sborník JČM č. XII., 817 s., (2. vyd. - rozšířené). Praha: JČM, 1910.
- B. Mašek: *Fysika pro vyšší reálky. Díl I. pro VI. třídu, 225 s. a Díl II. pro VII. tř., 250 s., Praha: JČM, 1910.*
- J. Jeništa: *Fysika pro vyšší gymnasia*. Díl I. pro VII. tř., 262 s. a díl II. pro VIII. tř., 234 s., Praha: JČM, 1910.
- Č. Strouhal, V. Novák: *Optika*. Sborník JČMF č. XV., Praha: JČMF, 1919 – tento pozdější titul je uveden pro úplnost čtyř Strouhalových monografií (univerzitních učebnic).



Obr. 4 Ukázky z Koláčkovy vynikající monografie, která sloužila i jako VŠ učebnice

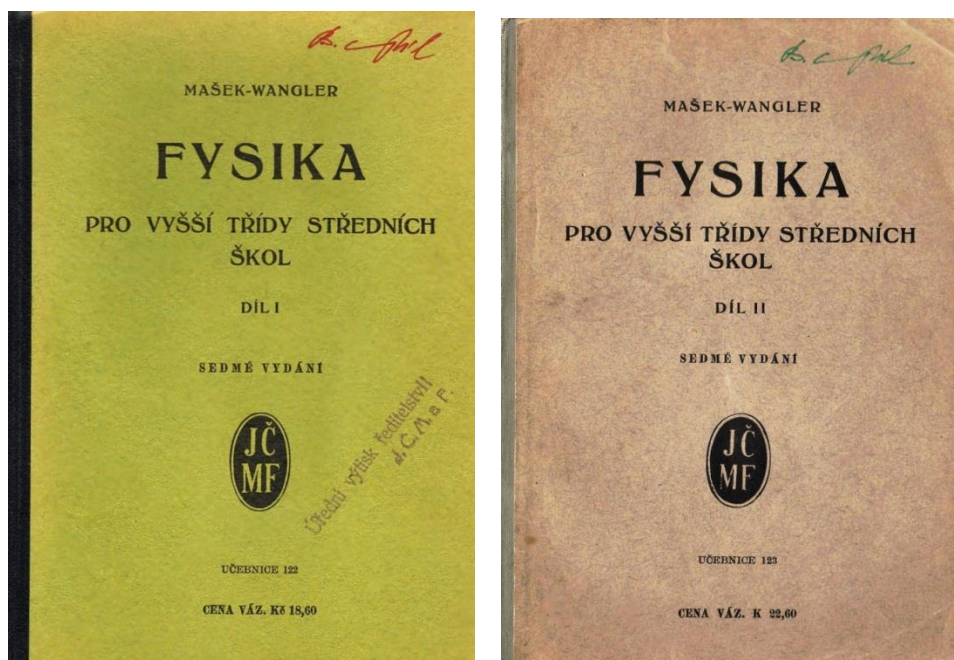
## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6

Pozoruhodné jsou zde uvedené monografie Koláčkovy a Strouhalovy, vydávané jako „Sborníky JČM“, které mj. sloužily jako vysokoškolské učebnice na české Filosofické fakultě KFU. O tehdy velmi aktuálních zde uvedených fyzikálních poznatcích svědčí např. Koláčková *Elektřina a magnetismus* z roku 1904 (obr. 4), která na stranách 644 až 648 již uvádí Kaufmannovy experimentální poznatky o specifickém náboji elektronu, o němž kvalitativně zjistil, že závisí na rychlosti elektronu (bylo to rok před vybudováním teorie relativity A. Einsteinem). Rovněž i nejnovější poznatky s komentáři a výpočty, kterých do roku 1904 dosáhli J. J. Thomson, M. Skłodowska-Curie a E. Rutherford, jak je ukázáno na obr. 4. Pozoruhodná je rovněž publikace B. Kučery: *Základy mechaniky tuhých těles (jako úvod do studia fyziky)*. Praha: JČMF, 1921. 296 s., která tehdy byla velmi pěknou vysokoškolskou učebnicí *Teoretické mechaniky* pro fyziky.

### Etapa učebnic fyziky pro vyšší třídy gymnázia v relativně stabilizovaném školství (1900–1952)

V dalším textu se vzhledem k šířce problematiky omezím jen na přehledy učebnic fyziky pro vyšší třídy gymnázia (či školy gymnazijního typu). V tomto relativně dlouhém období více než padesáti let byla fyzice věnována stabilní hodinová dotace, která podle typu (gymnázium, reálné gymnázium, reálka) byla 6 až 8 hodin. Roku 1948 byl učiněn první krok k „jednotné škole“ zánikem dosavadního osmiletého gymnázia. Jeho vyšší stupeň pak do roku 1952/53 fungoval jako čtyřleté gymnázium. Osnovy fyziky celého období byly také stabilní – v letech 1933 a 1948 byly modernizovány zařazením současných poznatků a aplikací elektrodynamiky, stavby hmoty a astrofyziky. Soustava učebnic fyziky období je poměrně malá (některé z učebnic vyšly v mnoha vydáních):

- J. Jeništa, B. Mašek, F. Nachtikal: *Fyzika pro vyšší gymnasia*, díl I. a II. Praha: JČMF, 1911.
- B. Mašek, J. Jeništa, F. Nachtikal, J. Štěpánek: *Fyzika pro vyšší třídy středních škol*, díl I. a II. Praha: JČMF, 1936 (7. vydání přepracoval podle učebních osnov z roku 1933 A. Wangler – viz obr. 5).



Obr. 5 Titulní stránky osvědčených učebnic fyziky z roku 1937

- H. Devorecký, M. Šmok: *Fysika pro vyšší třídy středních škol*, díl I. a II. Praha: JČMF, 1935–36.
- E. Herolt, V. Ryšavý: *Fysika pro vyšší třídy středních škol*, díl I. a II. Praha: Česká grafická unie, 1935.
- H. Sechovský, K. Šilháček: *Fyzikální praktikum ve vyšších třídách středních škol*, Praha: Čs. grafická unie, 1935.
- M. Chytilová, B. Pavlík, K. Šoler, B. Vlach: *Fysika pro třetí třídu gymnasií*, Praha: SPN, 1951.
- A. Bělař, A. Hlavička, F. Lehár, B. Pavlík, Z. Pírko: *Fysika pro čtvrtou třídu gymnasií*, Praha: SPN, 1952.

### Etapa učebnic fyziky pro vyšší třídy škol gymnazijního typu v období 1953–1989

Roku 1953 došlo k zásadní změně školské soustavy v ČSR, kdy se mj. zrušila dosavadní čtyřletá gymnázia a zavedla se „jednotná škola“ v podobě „jedenáctileté střední školy“ (JSŠ). Fyzice na jejím vyšším stupni byla věnována větší hodinová dotace než v předchozí etapě: v nejvyšších třech ročnících šlo o 10 hodin + 1 hodina astronomie v jedenáctém ročníku. S novými osnovami vznikaly od roku 1953 také nové učebnice fyziky. JSŠ se však neosvědčila a roku 1960 byla prodloužena povinná školní docházka na nižším stupni na 9 let a na přechodnou dobu tak vznikla „dvanáctiletá střední škola“. Roku 1961 se její středoškolská část osamostatnila – vznikla tříletá „střední všeobecně vzdělávací škola“ (SVVŠ) a s ní pak druhá série učebnic fyziky, vydaná roku 1965.

Společenské změny roku 1968/69 vedly k tomu, že roku 1969 se SVVŠ přeměnila opět na čtyřleté gymnázium. Tento vývoj poté vyvolal tvorbu „doplňků“ k jednotlivým Fyzikám (vyvolala je změna dosavadního tříletého systému na čtyřletý; plně je využívaly zejména specializované matematicko-fyzikální anebo přírodovědné třídy). Vyšly v letech 1972 až 1974. Další změnu přinesl rok 1976, kdy byl přijat „Projekt dalšího rozvoje československé vzdělávací soustavy“, v rámci něhož probíhal v letech 1978 až 1984 postupný přechod na nový vzdělávací systém. V nové situaci se posílila hodinová dotace na fyziku – již na 13 týdenních hodin, což se odrazilo v nových osnovách fyziky z roku 1983. Tato reforma pak vedla ke zpracování nových „federálních“ učebnic fyziky pod koordinací prof. J. Pišúta. Vyšly v letech 1984 až 1987 ve verzi české, slovenské a maďarské a jsou nejobsáhlejšími našimi středoškolskými učebnicemi fyziky. Pět sérií základních učebnic fyziky z období 1953–1989 představuje tento velký soubor:

- E. Kašpar, M. Chytilová, B. Vlach: *Fysika pro devátý ročník*, 2. vyd. Praha: SPN, 1955.
- K. Šoler, J. Fuka, F. Lehár: *Fysika pro desátý ročník*, 1. vyd. Praha: SPN, 1954.
- V. Rudolf, J. Fuka, A. Hlavička: *Fysika pro jedenáctý ročník*, 3. vyd. Praha: SPN, 1957.
- B. A. Voroncov – Veljaminov: *Astronomie*, Praha: SPN, 1954 – překlad z ruštiny.
- J. Marek, M. Chytilová, E. Kašpar, V. Vanýsek: *Fyzika pro I. ročník střední všeobecně vzdělávací školy*, Praha: SPN, 1965.
- J. Vanovič, E. Sokol, L. Thern, B. Vlach: *Fyzika pro II. ročník střední všeobecně vzdělávací školy*, Praha: SPN, 1965.
- J. Fuka, B. Klimeš, O. Lepil, V. Rudolf, J. Široký, V. Vanýsek: *Fyzika pro III. ročník středních všeobecně vzdělávacích škol*, Praha: SPN, 1965.
- M. Chytilová: *Doplňk k učivu fyziky pro I. ročník gymnasia*, Praha: SPN, 1972.
- B. Vlach: *Doplňk k učivu fyziky pro II. ročník gymnasia*, Praha: SPN, 1974.
- O. Lepil, M. Chytilová: *Doplňk k učivu fyziky pro III. ročník gymnasia*, Praha: SPN, 1973.
- J. Fuka: *Doplňk k učivu fyziky pro IV. ročník gymnasia*, Praha: SPN, 1974.
- J. Vachek, M. Bednařík, K. Klobušický, J. Maršák, J. Novák, I. Šabo: *Fyzika pro I. ročník gymnazií*, Praha: SPN 1984.

- E. Svoboda, K. Bartuška, I. Baník, J. Kotleba, E. Tomanová: *Fyzika pro II. ročník gymnázií*, Praha: SPN, 1985.
- O. Lepil, V. Houdek, A. Pecho: *Fyzika pro III. ročník gymnázií*, Praha: SPN 1986.
- J. Pišút, V. Frei, J. Fuka, D. Lehotský, J. Široký, E. Tomanová, V. Vanýsek: *Fyzika pro IV. ročník gymnázií*, Praha: SPN, 1987.

Navazuje opět série „doplňků“ s využitím ve specializovaných třídách gymnázia:

- J. Vachek, I. Volf: *Doplňk k učivu fyziky I*. Praha: SPN, 1988.
- E. Svoboda, D. Klivanec: *Doplňk k učivu fyziky II*. Praha: SPN, 1988.
- O. Lepil, D. Klivanec: *Doplňk k učivu fyziky III*. Praha: SPN, 1988.
- V. Frei, K. Bartuška, M. Miler, M. Široká: *Doplňk k učivu fyziky IV*. Praha: SPN, 1988.

Mimo tyto série základních učebnic fyziky vyšlo ještě 22 doplňujících učebnic, které jednak rozšiřují poznatky v určitých oborech (např. ve fyzice pevných látek, v polovodičích, teorii relativity, astrofyzice), jednak obsahují sbírky příkladů a úloh, cvičení a návody na praktika z fyziky. Z nich uvedu jen dvě: F. Živný, O. Lepil: *Praktická cvičení z fyziky*. (7. vyd. Praha: SPN, 1977), která vyšla v 10 českých, 5 slovenských a 3 maďarských vydáních. Rozšířenou byla i pomocná učebnice: M. Kružík: *Sbírka úloh z fyziky pro žáky středních škol*. 3. vyd. Praha: SPN 1978 (obsahuje 1607 úloh s výsledky). Další série učebnic fyziky a sbírek úloh byla zaměřena na střední odborné školy a střední odborná učiliště. Vedle toho SPN vydávalo doplňující literaturu z fyziky pro talentovanou mládež v edicích *Pomocné knihy pro žáky a Škola mladých fyziků*.

### Učebnice fyziky v etapě rozvolněného vývoje českého školství po roce 1990

Společenské změny na konci roku 1989 přinesly liberalizaci školské soustavy, kterou charakterizovala značná rozvolněnost v tvorbě vzdělávacích cest. Kritika učitelské veřejnosti především vedla k redukci hodinové dotace na fyziku na 4 x 2 a posléze ke stanovení jen minimálního povinného učebního plánu. Roku 1999 došlo ke změně osnov fyziky, která byla návratem ke klasické struktuře didaktického systému fyziky. To si opět vyžádalo jinou koncepci učebnic – vznikl soubor osmi tematicky orientovaných učebnic (viz seznam níže), který učitelé umožňoval lépe sladit vlastní postupy a žákům poskytoval dostupnou kvalitní studijní literaturu.

Další zásadní změny přinesl rok 2004 vydáním „Rámcových vzdělávacích programů“ a na ně navazujících „Školních vzdělávacích programů“ (ŠVP). Tím se zcela rozvolnil vzdělávací systém českého školství, což mj. zkomplikovalo tvorbu učebnic. Fyzika byla zařazena do přírodovědného bloku „Člověk a příroda“ (fyzika, chemie, biologie, zeměpis, geologie) s celkovou časovou dotací 24 hodin. V rámci tohoto penza určuje ředitel školy její dělení na jednotlivé předměty. Přitom na fyziku musí připadnout nejméně 6 hodin. Kromě toho jsou mezi vyučovací předměty zařazeny „volitelné předměty“, mezi nimiž se v určité formě (např. ve formě seminářů) může uplatnit i fyzika.

Ve snaze dosáhnout určité kompatibility školních osnov fyziky (vytvářených v rámci ŠVP) se současnými učebnicemi, zpracovali O. Lepil a E. Svoboda metodickou příručku [10], která obsahuje návrhy osnov pro tři varianty učebních plánů na vyšším stupni gymnázia. Jde o varianty s těmito možnými hodinovými dotacemi: *optimální* (2 + 2 + 3 + 2), *přiměřená* (2 + 2 + 2 + 2) a *skromná* (2 + 2 + 2 + 0).

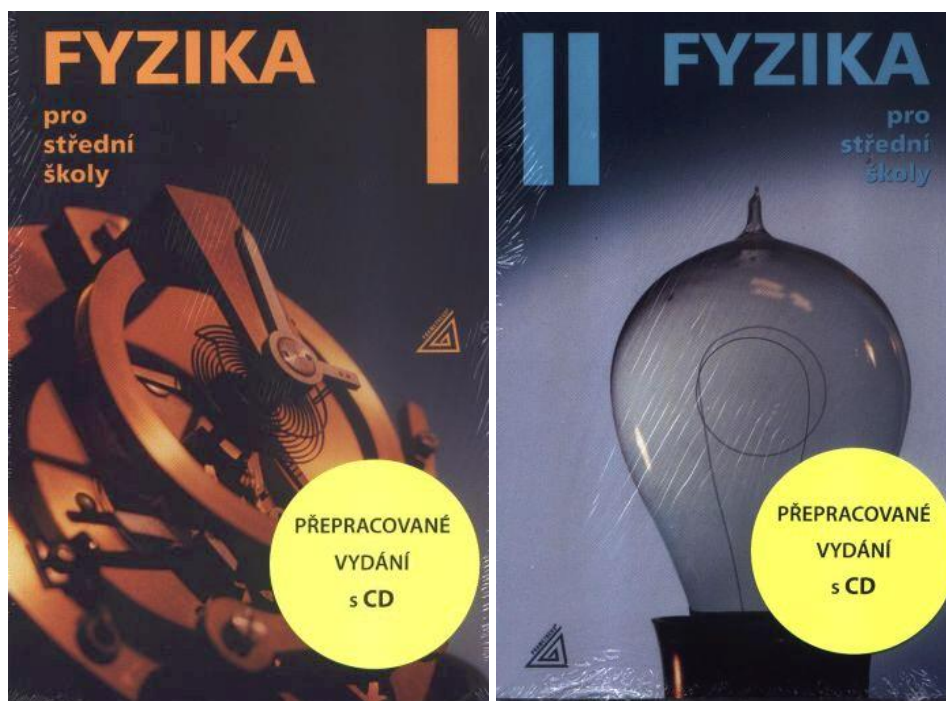
Liberalizace školského vzdělávacího programu a svoboda podnikání vedla ve svých důsledcích i k rozšíření tvorby učebnic. Vedle nakladatelství Prometheus, v němž odbornou



úroveň učebnic garantuje JČMF, vydávají učebnice i další nakladatelství (např. Fraus a Fortuna – pro omezený rozsah příspěvku jejich tituly zde neuvádím). Následující přehled obsahuje jen (základní) učebnice fyziky pro gymnázia, které od roku 1994 vydalo nakladatelství Prometheus (uvádím zde nejnovější vydání s aktuálními autory).

- M. Bednařík, M. Šíroková: *Fyzika pro gymnázia: Mechanika*. 4. vyd., Praha: Prometheus, 2006.
- K. Bartuška, E. Svoboda: *Fyzika pro gymnázia: Molekulová fyzika a termika*. 5. vyd., Praha: Prometheus, 2012.
- O. Lepil: *Fyzika pro gymnázia: Mechanické kmitání a vlnění*. 4. vyd., Praha: Prometheus, 2007.
- O. Lepil, P. Šedivý: *Fyzika pro gymnázia: Elektřina a magnetismus*. 6. vyd., Praha: Prometheus, 2012.
- O. Lepil: *Fyzika pro gymnázia: Optika*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2008.
- I. Štoll: *Fyzika pro gymnázia: Fyzika mikrosvěta*. Doplněný dotisk 3. vyd., Praha: Prometheus, 2008.
- K. Bartuška: *Fyzika pro gymnázia: Speciální teorie relativity*. 4. vyd., Praha: Prometheus, 2007.
- M. Macháček: *Fyzika pro gymnázia: Astrofyzika*. 3. vyd., Praha: Prometheus, 2008.
- O. Lepil, M. Bednařík, R. Hýblová: *Fyzika pro střední školy I a II*. 5. vyd., Praha: Prometheus, 2012

Posledně uvedená učebnice vyšla s přílohou CD, které obsahuje rozšiřující učivo, animace, video-experimenty; na příloze se autorsky podíleli další pracovníci (Janeček, Filipenská, Böhm, Jermář, Burjan, L. Richterek) – viz obr. 6. Tato učebnice byla původně napsána pro střední odborná učiliště (s maturitou, kde týdenní dotace na fyziku je 8 hodin), avšak v současné době se stala nejoblíbenější středoškolskou učebnicí fyziky. Užívají ji všechny typy současných středních škol (včetně některých gymnázií, u nichž celková týdenní dotace na fyziku bohužel klesla jen na 6 hodin).



Obr. 6 Obálky současných oblíbených učebnic fyziky z roku 2012

Vedle uvedených základních učebnic fyziky pro gymnázia vyšla po roce 1990 rovněž celá řada další doplňující literatury – sbírek úloh, návodů na praktika a další specializované

příručky. Za všechny uvedu jen dvě: kompendium – E. Svoboda et al.: *Přehled středoškolské fyziky*, 4. vyd., Praha: Prometheus, 2006 a I. Šantavý: *Mechanika*. Praha: SPN 1993. Vedle toho jsou vydávány učebnice fyziky a pomocná literatura pro střední odborné školy a střední odborná učiliště.

### Závěr – náznak dalšího možného vývoje učebnic fyziky

Budoucí vývoj učebnic zřejmě výrazně ovlivní stále trvající prudký rozvoj elektronické informační a komunikační technologie. Lze očekávat, že budoucí učebnice fyziky budou řešeny formou buď stručné klasické tištěné učebnice s podrobnou elektronickou přílohou, nebo přímo jako elektronická kniha. Struktura učebnice může být tato:

- Klasický stručný tištěný (shrnující) text, podstatně doplněný podrobným strukturovaným elektronickým interaktivním textem s (výběrovou) přiměřenou náročností – text vysvětlující, rozvíjející tvůrčí myšlení, motivující. Stručné vstupy z historie fyziky.
- Animace (aplety) průběhu fyzikálních dějů a jejich matematických modelů s volenými parametry, animace činností fyzikálních a technických zařízení. Stručné video-prezentace experimentů a významných aplikací, fotografie.
- Motivační řešené příklady převážně orientované na významné fyzikální a technické problémy, zadané úlohy s gradující náročností (s výsledky řešení, či interaktivním návodem na řešení u složitějších problémů).

Již některé současné učebnice mají výraznou elektronickou oporu, např. nejnovější vydání zmíněná učebnice Fyzika pro střední školy I a II (obr. 6). Podnětnou zahraničí učebnicí středoškolské fyziky i s elektronickou oporou na CD a se zcela netradiční strukturou učiva je anglická dvoudílná učebnice M. Ogborn, R. Marshall: *Advancing Physics AS* a navazující prohlubující díl *Advancing Physics A2*. UK: IOP Publishing, 2008. Podrobné pozitivní hodnocení učebnice je v článku [4]. Je to učebnice nesporně zajímavá a přitažlivá. Otázkou však zůstává, zda poznatky, které žáci jejím studiem získají, jsou dostatečně systematické a použitelné k řešení konkrétních problémů a úloh.

Na druhé straně se lze setkat i s málo povedeným projekty učebnic – viz např. elektronickou učebnicí M. Krynického, která je dostupná z: <http://www.realisticky.cz/> [cit. 2013-05-03].

### Literatura

1. HÖFER, G. *Vývoj výuky fyziky a učebnic fyziky na středních školách v Čechách do roku 1918*. Monografie. Plzeň: Vydavatelství Západočeské univerzity, 1996. ISBN 80-7043-190-3.
2. HÖFER, G. *Vývoj výuky fyziky a učebnic fyziky na středních školách v Čechách v období 1918 - 1948*. Monografie (1. a 2. část). Plzeň: Vydavatelství Západočeské univerzity, 1998. ISBN 80-7043-228-4.
3. LEPIL, O. *Vývoj didaktického systému fyziky jako východisko tvorby ŠVP*. In: Sborník seminárních materiálů, s. 5–19. Olomouc: Slovanské gymnázium, 2008. ISBN 987-80-7329. Dostupné z: [http://ufm.sgo.cz/ke\\_stazeni/sbornikSGO.pdf](http://ufm.sgo.cz/ke_stazeni/sbornikSGO.pdf)
4. SPOUSTA, J., PRŮŠA, S., TROJÁNEK, A., DUB, P. *Kvalitní učebnice fyziky – důležitá opora výuky*. Čs. čas. fyz. **62** (2012), s. 421. ISSN 0009-0700.



5. STUDNIČKA, F. J. *O rozvoji naší literatury fyzikální za posledních padesáti let*. Časopis pro pěstování matematiky a fyziky, Vol. 5 (1876), No. 6, s. 241 – 251. Dostupné na WWW: [http://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/122451/CasPestMatFys\\_005-1876-6\\_1.pdf](http://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/122451/CasPestMatFys_005-1876-6_1.pdf)
6. MECHLOVÁ, E. et al. *Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz*. Praha: Prometheus, 1999. ISBN 80-7196-151-5.
7. VYBÍRAL, B.: *Učebnice fyziky – jejich vývoj do současnosti*. Media4u Magazine 3/2012, s. 106–113. ISSN 1214-9187.
8. POSEJPAL, V. *Dějepis Jednoty českých matematiků*, s. 84. Praha: JČM, 1912.
9. VESELÝ, F. *100 let Jednoty československých matematiků a fyziků*, s. 46. Praha: SPN, 1962.
10. LEPIL, O., SVOBODA, E.: *Příručka pro učitele fyziky na střední škole*. Praha: Prometheus, 2007, 280 s. ISBN 978-80-7196-328-8.

### Kontaktní adresa

Prof. Ing. Bohumil Vybíral, CSc.  
Katedra fyziky Přírodovědecké fakulty, Univerzita Hradec Králové  
Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové  
Telefon: +420 493 331 187  
E-mail: bohumil.vybiral@uhk.cz

### Seznam účastníků

- Mgr. Vít Bednář, Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- Bc. Patricia Beran, Katedra německého jazyka, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- Mgr. Pavel Böhm, Katedra didaktiky fyziky MFF UK v Praze
- PhDr. Hana Bretfeldová, Ph.D., ZŠ prof. Zdeňka Matějčka Most
- Ing. David Cervan, Ph.D., Střední průmyslová škola Ostrov (Centrum technického vzdělávání Ostrov)
- RNDr. Mária Csatáryová, PhD., katedra fyziky, matematiky a techniky, FHPV Prešovská univerzita
- Mgr. Helena Čížková, Gymnázium a SOŠ Rokycany
- Mgr. Jan Dirlbeck, Gymnázium Cheb
- doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc., Katedra didaktiky fyziky MFF UK v Praze
- RNDr. Irena Dvořáková, Ph.D., Katedra didaktiky fyziky MFF UK v Praze
- PaedDr. Ing. Peter Hanisko, PhD., Katedra fyziky, Pedagogická fakulta, Katolícka univerzita v Ružomberku
- RNDr. Eva Hejnová, Ph.D., Katedra fyziky PřF UJEP Ústí nad Labem
- Mgr. Josef Horálek, Fakulta elektrotechniky a informatiky UPCE
- Mgr. Rita Chalupníková, ZŠ Seč
- Mgr. Tomáš Jerje, Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové, ZŠ Chrastava
- Mgr. Pavel Kabrhel, Pedagogická fakulta, Univerzita Hradec Králové
- Mgr. Denisa Kawuloková, Katedra fyziky, Pedagogická fakulta, MU Brno
- PhDr. Ing. Ota Kéhar, Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- Dr. Josef Kepka, CSc., Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- Mgr. Věra Kerlínová, Střední škola, Bohumín, p.o., Husova 283, 735 81
- PhDr. Václav Kohout, Nakladatelství Fraus, Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- Mgr. Lucie Kolářová, Katedra experimentální fyziky, Přírodovědecká fakulta, UP Olomouc
- RNDr. Libor Koníček, Ph.D., Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Ostravská Univerzita
- RNDr. David Kordek, Ph.D., Ústav lékařské biofyziky, Lékařská fakulta Hradec Králové, Univerzita Karlova
- Ing. Jindřich Korytář, Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- Mgr. Věra Koudelková, Katedra didaktiky fyziky MFF UK v Praze

- RNDr. Ing. Jaroslav Kočvara, Gymnázium Cheb
- PhDr. Pavel Kratochvíl, Ph.D., Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- Mgr. Jan Krejčí, IPVI, Pedagogická fakulta, MU Brno
- Mgr. Ing. Bohumila Kroupová, ZŠ Husova, Brno
- Mgr. Štěpánka Kubínová, Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové
- Mgr. Robert Kunesch, Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- Mgr. Radim Kusák, Ústav teoretické fyziky MFF UK v Praze; Dvořákovo gymnázium a SOŠE, Kralupy nad Vltavou
- Mgr. Petr Kučera, Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- doc. RNDr. Vladimír Labaš, Ph.D., Katedra fyziky, Pedagogická fakulta, Katolická univerzita v Ružomberku
- doc. RNDr. Miroslav Lávička, Ph.D., Katedra matematiky, Fakulta aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni
- Mgr. Simona Lehrausová, Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové
- Mgr. Lenka Ličmanová, Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita
- RNDr. Dana Mandíková, CSc., Katedra didaktiky fyziky MFF UK v Praze
- doc. Ing. Heřman Mann, DrSc., Fakulta elektrotechnická, ČVUT, Praha
- Ing. Božena Mannová, Ph.D., Katedra počítačů, Fakulta elektrotechnická, ČVUT, Praha
- PhDr. Pavel Masopust, Ph.D., Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- Mgr. Petr Mazanec, Gymnázium, Plzeň, Mikulášské nám. 23
- PhDr. Václav Meškan, Katedra aplikované fyziky a techniky, Pedagogická fakulta, JU České Budějovice
- prof. RNDr. Vladislav Navrátil, CSc., Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta, MU Brno
- Mgr. Petr Nezavdal, SUPŠ Hradec Králové; Katedra fyziky, Univerzita Hradec Králové
- prof. RNDr. Jan Novotný, CSc., Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta, MU Brno
- Mgr. Miroslav Novotný, Přírodovědecká fakulta, MU Brno
- doc. RNDr. Jan Obdržálek, CSc., Ústav teoretické fyziky MFF UK v Praze
- Ing. Pavlína Opluštilová, SŠ, ZŠ a MŠ Kraslice
- Mgr. Ing. Jan Plzák, Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni; VOŠ a SPŠE Plzeň
- RNDr. Jitka Prokšová, Ph.D., Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni

- PhDr. Lenka Prusíková, Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- Mgr. Milan Pěchouček, Gymnázium, Plzeň, Mikulášské nám. 23
- Mgr. Marek Raja, Gymnázium Nymburk
- RNDr. Miroslav Randa, Ph.D., Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- Mag. Dr. Gerhard Rath, Karl-Franzens-Universität Graz
- doc. Dr. Ing. Karel Rauner, Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- Mgr. Tomáš Remiš, Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D., Katedra experimentální fyziky, Přírodovědecká fakulta, UP Olomouc
- RNDr. Ivan Runczik, DrSc., RC společnost s r. o. přístroje pro vědu a vzdělání
- Mgr. Ivana Sirotková, Gymnázium Luďka Pika Plzeň
- prof. RNDr. Juraj Slabeycius, CSc., Katedra fyziky, Pedagogická fakulta, Katolícka univerzita Ružomberok
- Mgr. Marie Snětinová, Katedra didaktiky fyziky MFF UK v Praze
- Mgr. Filip Studnička, Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové
- PhDr. Zuzana Suková, Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- Mgr. Jana Šestáková, Katedra didaktiky fyziky MFF UK v Praze
- Bc. Michaela Šutová, Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta, MU Brno
- RNDr. Libuše Švecová, Ph.D., Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita v Ostravě
- PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D., Katedra aplikované fyziky a techniky, Pedagogická fakulta JU České Budějovice
- Mgr. Agáta Vargová, Katedra fyziky, Pedagogická fakulta, Univerzita Hradec Králové
- PhDr. Jan Válek, Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta, MU Brno
- Mgr. Vladimír Vochozka, Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Pedagogická fakulta Západočeské univerzity v Plzni
- prof. RNDr. Ivo Volf, CSc., Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové
- prof. Ing. Bohumil Vybíral, CSc., Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové



MODERNÍ TRENDY v přípravě učitelů fyziky 6

Výuka fyziky v kontextu potřeb současné společnosti  
sborník z konference

Za odbornou správnost odpovídají autoři.

Příspěvky do sborníku neprošly jazykovou ani jinou úpravou.

Editor sborníku: RNDr. Miroslav Randa Ph.D.

Odpovědný redaktor: RNDr. Miroslav Randa Ph.D.

Autor obálky: PhDr. Václav Kohout, Ph.D.

Vydala Západočeská univerzita v Plzni, 1. vydání, Plzeň 2014

**ISBN 978-80-261-0374-5**