

---

**Katedra obecné fyziky**  
Západočeské univerzity v Plzni

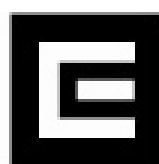
**Západočeská pobočka**  
Jednoty českých matematiků a fyziků

# Moderní trendy

## v přípravě učitelů fyziky 4

Moderní prostředky a metody výuky fyziky

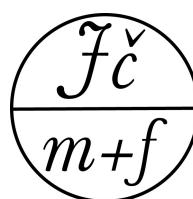
sborník z konference



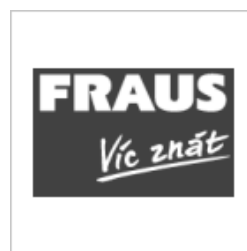
generální sponzor **SKUPINA ČEZ**



ZÁPADOČESKÁ  
UNIVERZITA  
V PLZNI



fyzikálně –  
pedagogická  
sekce



Srní 2009

---

MODERNÍ TRENDY v přípravě učitelů fyziky 4  
sborník z konference

Za odbornou správnost odpovídají autoři.  
Příspěvky do sborníku neprošly jazykovou ani jinou úpravou.

Editor sborníku: doc. Dr. Ing. Karel Rauner  
Odpovědná redaktorka: Mgr. Zdeňka Kielbusová  
Vydala Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň 2009  
Vytiskla tiskárna Typos, tiskařské závody, s.r.o., Plzeň  
**ISBN 978-80-7043-785-8**

## Úvod

Ve dnech 23.–25. dubna 2009 se v Hotelu Srní konala konference o výuce fyziky s názvem „*Moderní trendy ve výuce fyziky 4*“, která pokračuje v cyklu úspěšných konferencí z let 2003, 2005 a 2007. Po prvních konferencích, které byly zaměřeny na rámcové vzdělávací programy, jsme tentokrát zvolili zaměření na *Moderní prostředky a metody výuky fyziky*. Snažili jsme se tím rozšířit zkušenosti s používáním prostředků, jejichž použití v našich školách před několika lety těžko někdo předpokládal. Vznikla tak citelná mezera mezi didaktickým zpracováním tradičních metod výuky a stále nedostatečným didaktickým zpracováním moderních metod, které se o moderní prostředky opírají. O tom, že volba tohoto zaměření byla správná a snaha učitelské veřejnosti tyto prostředky a metody zvládat, svědčí počet účastníků konference. Přes potíže s financováním škol všech stupňů se na konferenci sešlo 97 účastníků. Stále rostoucí zájem o naši konferenci se tedy i v letošním roce potvrdil. Stejně jako na minulé konferenci byl zájem o vystoupení značný – 38 vystupujících – proto muselo být jednání alespoň částečně rozděleno do tří sekcí. Již podruhé byla otevřena sekce pro studenty doktorských studijních programů. Je potěšitelné, že kromě 12 studentů z 5 vysokých škol České republiky vystoupilo na konferenci i 5 studentů z FAU Universität Erlangen-Nürnberg.

Předložený sborník zahrnuje příspěvky přednesené na konferenci. Nejprve jsou uvedeny příspěvky ze společného jednání v pořadí, v jakém na konferenci odezněly, pak jsou zařazeny příspěvky z jednotlivých sekcí abecedně podle autorů. Konferenci uspořádala katedra obecné fyziky FPE ZČU v Plzni ve spolupráci s Jednotou českých matematiků a fyziků pod záštitou rektora Západočeské univerzity v Plzni doc. Ing. Josefa Průši, CSc.

Jednání podtrhlo krásné prostředí Šumavy, v němž jednání probíhalo. Úspěšný průběh konference umožnilo perfektní zázemí, které měli účastníci zajištěno v Hotelu Srní.

Konference by nemohla proběhnout bez přispění sponzorů, kterým patří velký dík. Hlavním sponzorem byla elektrárenská společnost ČEZ, a.s., na úspěchu se dále podílela Jednota českých matematiků a fyziků, Nakladatelství Fraus a další.

V Plzni 31. 8. 2009

doc. Dr. Ing. Karel Rauner

**Obsah**

Úvod .....	5
Obsah .....	6
Dufková: Připoj svou energii k naší! .....	8
Volf: Internet jako zdroj informací učitele fyziky k řešení fyzikálních složitějších problémů .....	11
Bláha: Energetická budoucnost ČR – důvod k obavám?.....	18
Obdržálek: Interaktivní tabule ve výuce fyziky.....	22
Žilavý: Pokusy s čítačem GM01.....	26
Mechlová, Koníček, Kubincová: Dopad mezinárodních projektů v oblasti počítačem podporované výuky fyziky .....	31
Rojko: Několik neradostných zkušeností z výsledků fyzikálních testů.....	39
Trna: Evropský projekt EuSTD-web jako příklad výukové aplikace internetu.....	48
Dvořák: Lze učit fyziku zajímavěji a lépe? .....	54
Dvořáková: Dobrý učitel fyziky – jaký je a jak učí? .....	59
Vybíral: Historie měření – nejen na internetu .....	61
Aichinger: Teaching Digital Signal Processing with MATLAB.....	72
Bronner, Strunz, Silberhorn, Meyn: Experiments with Single Photons .....	76
Drzota, Horálek, Panuška: Fyzika ve výuce počítačových sítí na středních a vysokých školách – Optické vlákno.....	80
Dvořák Ladislav: Využití GPS při výuce fyziky při terénním cvičení.....	87
Dvořák Ladislav, Milěř, Novák, Vaculová: Educational Video from the Textile Sector as a Resource for Teaching Physics.....	93
Feřt: Multimedia Projector in Teaching Physics at High Schools – Practical Experience .....	96
Foltýnová: LMS a jeho využití ve výuce fyziky.....	98
Havel Cyril: 3D animace ve výuce fyziky.....	101
Havel Václav: Zákon zachování momentu hybnosti ve školské fyzice.....	104
Hejnová, Kolářová: Jak učit fyziku na základní škole s interaktivní tabulí.....	110
Hockicko: The Role of the Children’s Universities in Innovative Learning Activities.....	114
Hrdý: Přesné fyzikální animace.....	117
Hrdý: Modelování dvoukanalových rázů pomocí software MAPLE .....	122
Jánský: Interaktivní učebnice fyziky pro 6. ročník.....	128
Jezbera: Brownian Motion, its Measurement and Data processing using Personal Computer.....	130
Jindra: Experiments in Teaching Hydrostatics at Lower Secondary Schools .....	133
Kielbusová: Motivační pokusy s vývěvou.....	135
Kielbusová, Jindra, Vlachynská: Fyzikální hrátky pro každého .....	138
Klimentová: Pokusy z elektrostatiky .....	141
Kordek: Interaktivní učebnice Zrak a Zvuk ve výuce na střední škole .....	146
Krišťák: Kurz – „Človek a rádioaktivita“ – obsah, testovanie a vyhodnotenie.....	154

Makydová, Trna: Inovace fyzikálních učebních úloh pro žáky se specifickými poruchami učení.....	159
Masopust: Computer Simulation of a Spring and a Thread .....	163
Maunová: Pupils Mistaken Imaginings and Physical Joggler .....	166
Mazurek: Počítačem podporovaná výuka změn skupenství pro gymnázia .....	168
Nelkenbrecher, Fösel: The Fluxgate-Magnetometer SAM .....	172
Novák Petr: Jaké cíle experimentování preferují učitelé fyziky na základní škole .....	179
Novák Ivo, Šafránek, Wyslych: Jak žáci středních škol rozumí učivu elektromotorů pomocí ICT.....	185
Petřík: Inteligentní měřicí přístroje.....	191
Prusíková: Astronomers in the Czech Republic in 1 <sup>st</sup> Half of 20 <sup>th</sup> Century .....	195
Půlkrábek, Peroutková, Wyslych: Elektrická vodivost látek v učivu fyziky na základní škole.....	197
Šroll: Využití internetu při výuce fyziky .....	203
Tesař: Práce s učebnicí a internetem v hodinách fyziky na ZŠ .....	205
Tomáš: Composite Dielectrics and Thermodielectric Effect.....	210
Vaculová, Kubiasko: Videostudie procesu osvojování dovedností a její následné využití pro přípravu budoucích učitelů fyziky .....	214
Valerius, Fösel: The Physics of Breaststroke (swimming) – A Comparison between the (old) Gliding Technique and the (new) Undulation Technique .....	221
Veselá: Využití tabulkového procesoru v hodinách kinematiky. ....	225
Vlachynská: Magnetismus in Grund – und Sekundarusbildung in einigen Ländern.....	229
Vlachynská: První krůčky v magnetismu .....	238
Wankerl, Fösel: Learning from the Polar Bear – Physical Aspects of Bionics in Theory and Experiment .....	243
Seznam účastníků .....	248

## Připoj svou energii k naší!

Marie Dufková, ČEZ, a. s.

Spolupráce školství s průmyslem se skloňuje ve všech pádech, ale jen pramálo firem v ČR ji skutečně naplňuje. Vzdělávací program energetické společnosti ČEZ existuje již 16 let. Vedle poskytování vzdělávacích materiálů, seminářů pro studenty i učitele a soutěží pro vyhledávání a podporu talentů klade v poslední době důraz zejména na „náborové“ aktivity. S tím souvisí popularizace oboru – tj. vzbudit v mládeži zájem o fyziku, techniku a směřovat studenty k budoucímu zaměstnání v energetice. Hlavní aktivity ČEZ v podpoře technického vzdělávání jsou: vzdělávací program Svět energie, časopis 3 Pól, Jaderná maturita, Jaderná univerzita, Projekt Baka-lář, otevření speciálního středoškolského oboru Energetika.

### **Spolupráce Skupiny ČEZ a škol:**

- Spolupráce se studentskými organizacemi AIESEC a IAESTE
- Veletrhy pracovních příležitostí
- Podpora olympiád, letních škol MFF, FJFI
- Studentské práce – ekonomicky i technicky zaměřená témata, najdete na internetové stránce [www.cez.cz](http://www.cez.cz)
- Spolupráce s vybranými VŠ
  - přednášky a besedy na VŠ
  - odborná spolupráce s VŠ při vytváření studijních materiálů/studijních programů
  - stáže, stipendia
  - rámcové smlouvy o spolupráci
- Exkurze a stáže na elektrárnách
- Studentské soutěže
  - Soutěž vědeckých a technických projektů středoškoláků
  - Cena Nadace ČEZ
  - Soutěž o nejlepší vědeckotechnický projekt vysokoškoláků ve vybraných oborech
  - Cena ČEZ
  - Soutěž o nejlepší diplomovou a doktorandskou práci v oblasti elektroenergetiky
- Svět energie – vzdělávací program – [www.cez.cz/vzdelavaciprogram](http://www.cez.cz/vzdelavaciprogram), [www.tretpol.cz](http://www.tretpol.cz)

### **Jaderná maturita**

Třídenní intenzivní kurs na Jaderné elektrárně v jarním termínu. Účastníky jsou studenti vybraných (spolupracujících) středních škol. Cílem je maximální možné seznámení účastníků JM s problematikou JE, vzbuzení zájmu o další studium a navázání možné další spolupráce.

**PROGRAM** : návštěva Informačního centra, úvodní slovo, seznámení s programem, poučení o vstupech

exkurze

návštěva simulátoru velína

přednášky:

Dispoziční uspořádání JE (principy výroby JE)

Teorie jaderných reaktorů

Primární část JE

Sekundární část JE

Elektrická část

Radiační ochrana

Beseda se zástupci vedení

Vědomostní test – předání cen

Společné vyhodnocení možností další spolupráce

Překvapení

Kontakt: [ilona.kovarikova@cez.cz](mailto:ilona.kovarikova@cez.cz) – 724 828 152, [pavel.simak@cez.cz](mailto:pavel.simak@cez.cz) – 602 612 763

## **Projekt Bakalář**

Nastavení dlouhodobé spolupráce se školami s cílem získat budoucí operátory jaderných elektráren.

Projekt je určen pro studenty SŠ z celé republiky, pro něž je připravena možnost studovat specializované bakalářské studijní obory na VUT Brno a ČVUT Praha FJFI, Katedra jaderných reaktorů.

### **Jak se stát BAKALÁŘEM?**

Přihlásit se

Úspěšně složit psychotesty

Splnit podmínky pro přijetí na vysokou školu

### **Výhody BAKALÁŘE:**

Stipendia dle studijních výsledků

Odborné vedení

Další odborné vzdělávání v energetice

Perspektivní zaměstnání do budoucna

Zajímavé zaměstnanecké výhody

Veškeré informace najdete na [www.cez.cz/bakalar](http://www.cez.cz/bakalar)

Kontakt: [eva.vorlova@cez.cz](mailto:eva.vorlova@cez.cz), [linda.straubova@cez.cz](mailto:linda.straubova@cez.cz)

## **Nový studijní obor Energetika**

Na Střední průmyslové škole Třebíč byl od letošního školního roku otevřen nový maturitní obor ENERGETIKA. Cílem je získat odborníky pro provoz nejen jaderných elektráren. Obor je otevřen pro studenty ZŠ z kraje Vysočina i z celé republiky.

### **Charakteristika:**

- zaměření na vzdělávání v oblasti silnoproudu a strojírenství
- moderní vybavení laboratoří a učeben
- notebook pro každého studenta
- spolupráce a exkurze na jaderné elektrárně
- po maturitě perspektivní uplatnění na jaderné elektrárně
- navazující studium na vysoké škole

Podrobnější informace: [www.spst.cz](http://www.spst.cz)

Kontakt: [jarmila.horakova@cez.cz](mailto:jarmila.horakova@cez.cz), [linda.straubova@cez.cz](mailto:linda.straubova@cez.cz)

## **Podpora zájmu mládeže o technické vzdělávání**

Nejdůležitějším předpokladem úspěchu je vůbec vzbudit v mládeži zájem o technické a přírodovědné obory. K tomu směřují dlouhodobé aktivity ČEZ:

- Nabídka materiálů a akcí pro studenty i učitele – [www.cez.cz/vzdelavaciprogram](http://www.cez.cz/vzdelavaciprogram)

## ***Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4***

- Podpora aktivit jiných subjektů: Techmania, IQ park, Týden vědy a techniky organizovaný AVČR,
- Věda v ulicích, Věda před radnicí, Festival vědy aj.
- Popularizační e-zin [www.tretipol.cz](http://www.tretipol.cz)
- Klub učitelů „Klub Světa energie“
- Účast v projektu MŠMT „Podpora technických a přírodovědných oborů“
- Popularizace vědy a techniky – studentský e-zin 3 Pól (časopis pro studenty, studentská a dospělácká redakční rada, od r. 2001, 5x ročně, od r. 2008 jako e-zin, PDF ke stažení). Najdete na [www.tretipol.cz](http://www.tretipol.cz), včetně archivu všech čísel.
- Na internetu:
  - Jaderný reaktor na vašem PC
  - Multimediální Encyklopedie energie
  - Miniencyklopedie – Elektřina a magnetismus, – Jaderná energie, RTG
  - Lasery, Vysoké energie, Albert Einstein
  - Pokusy z jaderné fyziky
  - Folie pro dataprojektor
  - Brožury ke stažení

### **Uplatnění studentů**

Na území celé České republiky v elektrárnách, ve společnostech pro distribuci, měření a prodej elektřiny i v našich zahraničních společnostech.

#### **Nabízíme:**

- perspektivní a zajímavou práci u stabilní a silné mezinárodní společnosti
- možnost profesního a osobního růstu
- nadstandardní zaměstnanecké výhody

#### **Očekáváme:**

- vysokou profesionalitu, odbornost a vysoké pracovní nasazení
- pružnost, komunikativnost a schopnost přizpůsobovat se změnám
- schopnost pracovat v týmu a sdílet společné hodnoty
- samostatnost

### **Aktuální možnosti uplatnění vašich studentů**

Projekty obnovy a výstavby nových zdrojů v klasické energetice

Příprava dostavby 3. a 4. bloku JETE

Standardní obměna personálu v celé Skupině ČEZ

Provoz distribuční soustavy – Plzeň, Děčín, Ostrava, Hradec Králové

Rozvoj alternativních zdrojů, smart meteringu aj. moderních energetických služeb

**„Klíčem k úspěchu společnosti jsou lidé“.**

**Děkujeme vám, učitelům, že je vzděláváte a vychováváte a připravujete pro život.**



## Internet jako zdroj informací učitele fyziky k řešení fyzikálních složitějších problémů

Ivo Volf, katedra fyziky, PdF, UHK

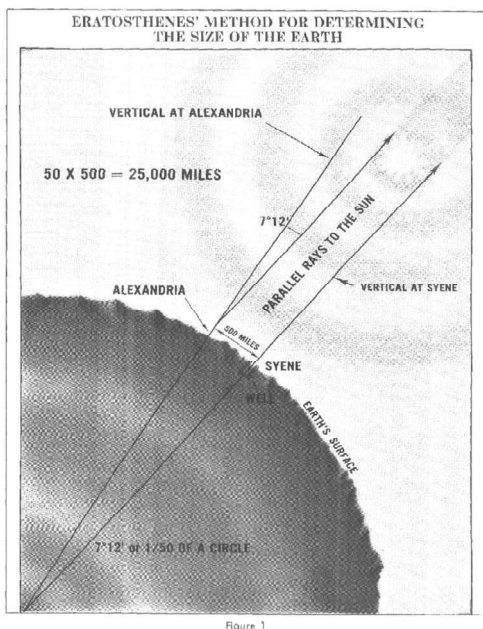
Chtěl bych navázat na své vystoupení, které jsem měl právě zde, v Srní, před dvěma roky. Tady jsem poprvé zveřejnil své úlohy, které jsem začal zadávat do Fyzikální olympiády v kategoriích E, F, abych poněkud oživil fabulaci úloh a nalákal tak další žáky základních škol k fyzice. Součástí mého vystoupení bylo několik úloh, které mohly „otřást školskou fyzikou“. Nevím, zda pronikly do školní výuky fyziky, ale pokračuji i nadále v zadávání úloh, jež vyžadují pro své řešení internetové materiály. K problematice využívání internetu jsem přistupoval od začátku jako pouhý amatér. Přesto se mi internet stal brzy dobrým sluhou, ale nechci, aby se stal mým pánem.

Když jsem přijal nabídku vystoupit na konferenci s tímto příspěvkem, váhal jsem, co do něj jako amatér zařadit. Mezi účastníky sedí řada „přeborníků“, kteří dovedou použít internetu jako náhražku za učebnice, jako zdroj získání pracovních listů, jako zdroj testů a písemných zkoušek z fyziky, jako náměty pro získání již hotových školních vzdělávacích programů s osnovami fyziky. Na internetu jsou kontakty na vzdálené laboratoře, najdeme tam mnoho informací z historie fyziky.

Po prvotním nadšení přišla deprese – co vám vlastně mohu říci? Nakonec jsem se rozhodl se s vámi podělit s tím, jak já osobně využívám internetu při tvorbě a řešení netradičních fyzikálních úloh, o nichž se domnívám, že by mohly zaujmout žáky a potěšit jejich učitele.

Nejprve uvedeme dvě úlohy z historie fyziky, doplněné o informace získané na internetových stránkách: půjde o měření rozměrů planety Země.

Rozměry a tvar planety Země trápily lidi již ve starověku – v historii fyziky je známé první měření, které navrhl Eratosthenes. Jednou v roce po několik minut se sluneční svit dostal až na dno velmi hlubokých studní v Syeně (dnes Assuán), a to 21.6. kolem poledne. V týž den a ve stejném okamžiku v Alexandrii sluneční paprsek svíral s kolmicí dopadu úhel  $7,2^\circ = 1/50$  plného úhlu. Vzdálenost obou míst byla odhadnuta na 800 km (použijeme dnešní jednotky). Na obrázku a na mapě to vypadá asi takto:



Na základě vlastních měření (nejobtížnější byly dvě zásadní věci – Alexandria a Syena neleží na stejném poledníku, proto zjišťování okamžité polohy slunce na obloze bylo jen přibližné;  $1^\circ$  v rozdílu zeměpisné délky vede k změně místního času o 4 min; to však nebylo příliš důležité – problémem bylo zvolit správná místa v okolí Syeny a Alexandrie) jsem pak stanovil vzdálenost obou sledovaných míst na 830 km a odtud vyplynul údaj pro délku kružnice, jejíž součástí je přibližně poledník, na 41 500 km, tedy poloměr Země mi vyšel 6 605 km, tedy chyba 3,7 %.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

Měření rozměrů Země se opakovala v 18. století u příležitosti vymezení jednotky délky „metr“; měření proběhla na pařížském poledníku – byla vytvořena soustava trojúhelníků – triangulační síť – od města Dunkerque až po pevnost Mont Joury u Barcelony; Potom byla zjištěna vzdálenost míst o rozdílu zeměpisných šířek  $9^{\circ}40'25,9''$  a odtud vypočítána délka tzv. kvadrantu zemského (polovina poledníku) hodnoty 10 000 000 m, odkud poloměr Země je 6 366,2 km. Později bylo měření upřesňováno.

Mým úkolem bylo ověřit opakovaným přímým měřením, tentokrát z konkrétních údajů na Googleearth 3D :

Zeměpisné souřadnice míst v blízkém okolí Dunkerque  $2^{\circ} 22' \text{ v.d.}, 51^{\circ} 03' \text{ s.š.}$ , v okolí Barcelony  $2^{\circ} 22' \text{ v.d.}, 41^{\circ} 29' \text{ s.š.}$

Rozdíl zjištěných zeměpisných šířek je  $9^{\circ} 34'$  a změřená vzdálenost 1 062 km, obvod Země vyšel 40 189 km, z toho určený poloměr poledníku tvaru kružnice 6 396 km, nepřesnost asi 25 km, tj 0,4 %.



Další oblastí, kde musíme shánět na internetu potřebné údaje, o nichž se však musíme přesvědčit, že jsou nejen aktuální, ale i dostatečně pravdivé, je ekologie. Víme, že ekologická a environmentální problematika silně zasahuje do světové ekonomiky i politiky; nejde však pouze o to, kolik druhů zvířat, rostlin a dalších entit žijících na povrchu planety Země dokázal člověk během své existence vyhubit nebo natolik zničit, že musí naše generace napravovat chyby našich předků. Je třeba také zvažovat, jakým způsobem zjišťovat úroveň charakteristik, kterými lze ekologické faktory popisovat, měřit a stanovovat přijatelné limity, stanovující únosnost působení člověka na přírodu.

Jedním z problémů je tzv. globální oteplování, které reálně existuje a je možno ho sledovat na teploměrech rozestých po celém povrchu, ale také výrazně na změnách ledovcové pokrývky. Tání pevninských ledovců výrazně ohrožuje lidstvo zmenšováním životního prostoru na pevnině a zvětšováním moří a oceánů. Údaje z posledních let můžeme sledovat v knižní literatuře; v době úžasného zkrácení doby od vzniku informace po její rozšíření k zájemcům na celém světě, jež se zkrátilo na sekundy či minuty, je opět informační báze internetových zdrojů nezaměnitelná.

V době globálního oteplování nás samozřejmě zajímá, jak by ovlivnilo tání veškerého pevninského ledu v Antarktidě výšku hladiny světových oceánů. Nejprve zjistíme na internetu informace o povrchu Antarktidy: Světadíl Antarktida má rozlohu  $13\,829\,430 \text{ km}^2$ , a to včetně šelfových ledovců a ostrovů. Rozloha bez nich činí  $12\,272\,800 \text{ km}^2$ . Nejvyšší horou je Mt. Vinson v Ellsworthově pohoří s nadmořskou výškou 4 892 m. Průměrná nadmořská výška kontinentu činí 1 958 m včetně šelfových ledovců a 2 194 m bez nich. Mocnost (tloušťka) ledovcové vrstvy je v průměru 1 829 m. Odtud stanovíme objem ledu na celém kontinentu a jeho

hmotnost při hustotě  $920 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Objem kontinentálního ledu je  $30,4\cdot 10^6 \text{ km}^3$ . Podívejme se, jak mohou vidět antarktický kontinent kosmonauté z kosmické lodě, jež ho přelétává.



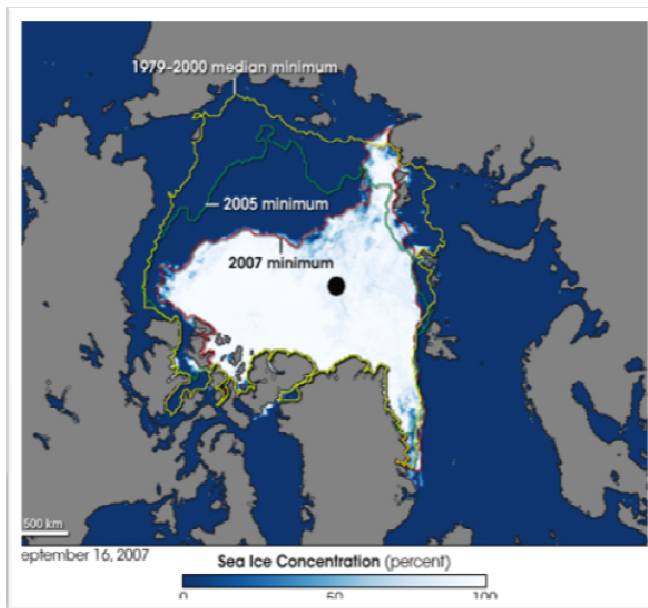
Po roztátí veškerého ledu na povrchu Antarktidy vznikne voda objemu  $27,6\cdot 10^6 \text{ km}^3$ , jež se rozlije do všech oceánů. Co víme o světových oceánech? Zeptáme se internetu: **Světový oceán** je souvislý vodní obal planety Země, který je složen z oceánů, moří, zálivů a veškeré vodní masy, která je přímo s ním spojená a je v něm soustředěna většina vody na Zemi. Tvoří souvislou vodní plochu se společnou hladinou, která ve skutečnosti osciluje kolem střední hodnoty vlivem vnějších faktorů. Světový oceán pokrývá celkem  $361,3\cdot 10^6 \text{ km}^2$ , což představuje 71 % povrchu planety. Souš pokrývá  $149\cdot 10^6 \text{ km}^2$ . Průměrná hloubka oceánu je 3 790 m. Voda oceánu a moří představuje 96,54 % celosvětových zásob vody.

Předpokládáme, že voda, vzniklá táním antarktického ledu, se tedy postupně rozlije po všech oceánech. Známe objem vzniklé vody a obsah plochy světových oceánů a moří – zvětší se tedy

výška  $x$  hladiny, takže platí vztah  $x = \frac{V}{S}$ , takže po dosazení dostáváme změnu výšky hladiny oceánů 76 m.

Je jasné, že voda zalije pobřeží, čímž se rozloha oceánů zvětší (uvažme, že to bude méně než 10 %), a tedy celkové zvýšení hladiny bude o něco menší – výpočet nám dává 72 m. Pro nás – suchozemšťany daleko od moře, je to zatím jen vzdálená hrozba, ale co Dánsko, Nizozemí, Polsko, Německo, Belgie, Francie, Velká Británie...?

Obdobně taje led i kolem severního pólu: v posledních letech se zjišťují podstatné změny v zalednění během roku. Opět na internetové stránce vyhledáme příslušné informace, a to jednak na základě mapy, jednak použijeme internetovou encyklopedii Wikipedia.en.



V zimě dosahuje rozloha ledové Arktické kry hodnoty  $12\cdot 10^6 \text{ km}^2$ , její průměrnou tloušťku odhadneme na 5 m, objem ledové kry v zimě je asi  $V_2 = 60\ 000 \text{ km}^3$ . V létě se v posledních letech rozloha kry zmenšuje na  $9\cdot 10^6 \text{ km}^2$  a její tloušťku odhadneme na 3 m, objem cirkumpolární ledové kry v létě je asi  $V_1 = 27\ 000 \text{ km}^3$ . Objem ledu se během roku změní o  $33\ 000 \text{ km}^3$ .

Táním arktického ledu se však výška hladiny nemění, neboť led o nižší hustotě než má voda, je částečně nad hladinou a poté, co roztaje, doplní objem vody, kterou led „vytlačil“.

Tání ledu je proces studovaný v termice, ale jeho důsledky jsou me-

chanického rázu – zvýšení hladiny. Je úplné roztátí ledu v Antarktidě vůbec reálné? Pokusíme se odhadnout, kolik tepla pro tání vrstvy kontinentálního ledu potřebujeme. Uvažme nejprve, že teplota ledu bude již  $0^\circ\text{C}$ . K tání 1 kg ledu na vodu téže teploty potřebujeme 330 kJ. K tání  $m = 30,4\cdot 10^{15} \text{ t}$  ledu potřebujeme tedy teplo minimálně  $Q = 1,0\cdot 10^{25} \text{ J}$ . Protože teplota ledu bude značně nižší, bude potřebné teplo ještě vyšší (ke zvýšení teploty 1 kg ledu o  $1^\circ\text{C}$  je třeba 2,1 kJ, tj. asi 160 krát méně než k tání ledu).

Teplo k tání ledu může pocházet z nitra Země (sopečné jevy, výron magmatu, zemětřesení aj.), z okolí Antarktidy (ohřívání okolní vodou) nebo z vesmíru (pád meteoritu, planetky nebo absorpce slunečního záření).

Vznesme ještě další dotaz: **Kolik tepla lze vůbec získat pohlcováním slunečního záření na povrchu Země?**

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

Z internetu zjistíme, že výkon slunečního záření dopadajícího na hranici naší atmosféry na  $1 \text{ m}^2$  činí  $1\,370 \text{ W}$ , na povrch Země však dopadne jen  $60 \%$ , tj. nejvýše  $822 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Energie dopadajícího záření za 1 den představuje  $86\,400 \cdot 822 \text{ J} = 7,1 \cdot 10^7 \text{ J}$ . Ze Slunce na povrch Země přichází ročně záření, které při dokonalém pohlcení přináší teplo  $3,3 \cdot 10^{24} \text{ J}$ .

Museli bychom tedy několik let čekat, než by ledovcový příkrov v Antarktidě zcela roztál, a to by se spotřebovalo všechno teplo vzbuzené dopadajícím zářením na Zemi jen na tání ledovců.

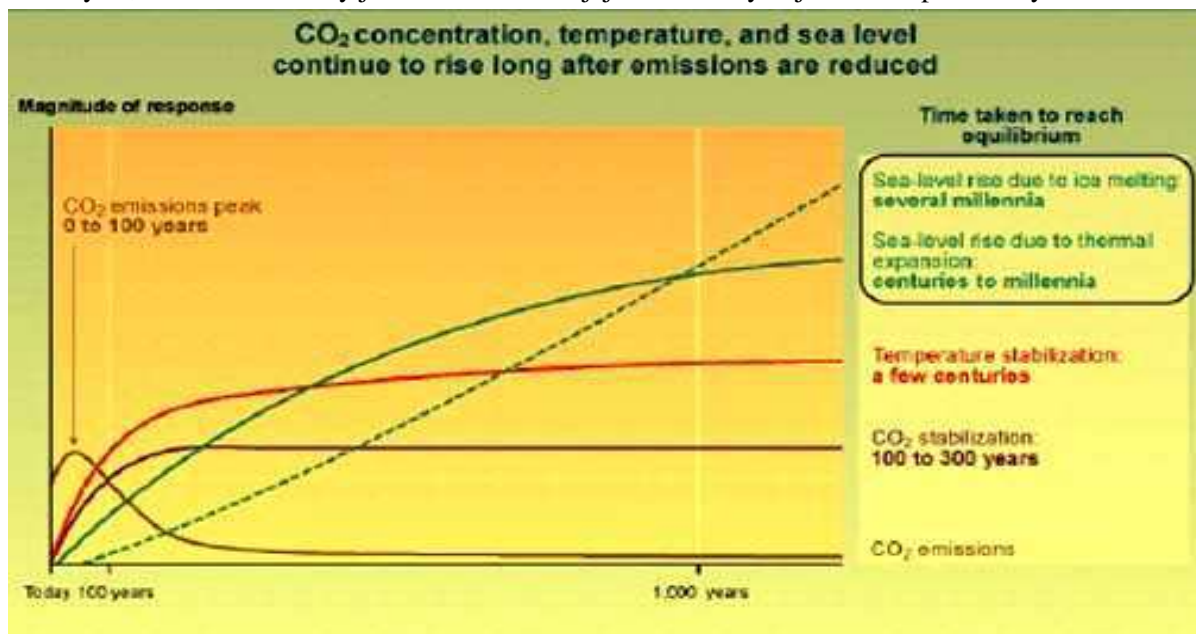
Podíváme se ještě na několik zajímavostí, spojenými s fyzikálními úlohami z rozhraní dvou blízkých oblastí – fyziky a environmentalistiky a péče o životní prostředí – k nimž je třeba vyhledávat informace na internetu.

Na internetu najdeme mnoho užitečných informací pro tvorbu fyzikálních úloh, pocházejících z popisu zcela konkrétních situací, jež se staly. Najdeme je v denních zprávách, popř. pomocí vyhledávačů se dostaneme na vybrané webovské stránky. Dále často potřebujeme údaje, jimiž bychom doplnili informace, ve zprávách získané, a to jednak zeměpisné, jednak technické a fyzikální. Ukážeme si několik úloh, ale nejprve si uvědomíme jednu velmi důležitou skutečnost – fyzikové, filosofové, technici, biologové, matematici, environmentalisté se dohadují, co je příčinou změn – zda sama příroda nebo člověk, který na Zemi žije.

Přibližně v roce 1810 byla na naší Zemi asi jedna miliarda obyvatel, nejezdily vlaky, lokomotivy, nepracovaly tepelné stroje na parnicích, nelétala letadla, nepracovaly žádné tepelné elektrárny nebo teplárny, v tropech byl dostatek deštných pralesů a příroda se vyrovnávala s oxidem uhličitým tak, že panovala rovnováha.

V roce 2010 bude na světě sedm miliard lidí, kteří si bez elektřiny a ústředního topení převážně nedovedou svůj život představit, bez automobilové, železniční či letecké dopravy takřka nemohou existovat. Tepelné elektrárny a dopravní prostředky chrlí do atmosféry oxid uhličitý, lesy se kácí, aby bylo místo pro sídliště a zemědělskou výrobu... Je možno zodpovědně tvrdit, že člověk nepatří mezi hlavní viníky změn životního prostředí kolem nás?

Vystrašilo mě: Vzestup teploty na konci 21. století může dosáhnout mezi  $1,6 \text{ }^\circ\text{C}$  až  $6,4 \text{ }^\circ\text{C}$ , ale může být ještě podstatně vyšší; klimatické změny jsou dlouhodobé a jejich důsledky nejsou zcela probádány.



Světová produkce elektrické energie v roce 2007 byla  $19\,894 \text{ TWh}$ , tj. přibližně  $20\,000 \text{ TWh}$ , z toho USA produkovaly  $4\,368 \text{ TWh}$ , ČLR  $3\,278 \text{ TWh}$ , Japonsko  $1\,160 \text{ TWh}$ , Rusko  $1\,014 \text{ TWh}$ . Česká republika byla s produkcí  $88,1 \text{ TWh}$  na 33. místě, Slovensko s  $28,0 \text{ TWh}$  na 62. místě. Předpokládejme, že  $60 \%$  produkce pocházelo z tepelných elektráren; na jednu vyrobenou MWh se produkuje současně  $1\,080 \text{ kg CO}_2$ . Účinnost tepelných elektráren je asi  $35 \%$ , tedy asi  $65 \%$  tepla vzniklého spalováním fosilních paliv jde na ohřev okolní atmosféry. Položme si otázky:

- Kolik  $\text{CO}_2$  se v roce 2007 dostalo do atmosféry?
- Kolik  $\text{CO}_2$  produkovaly první 4 státy v pořadí, jež se podílejí na výrobě asi polovinou?
- Kolik  $\text{CO}_2$  přinesly tepelné elektrárny České a Slovenské republiky do zemské atmosféry?
- Kolik tepla se přeneslo do zemské atmosféry?

Všechny potřebné informace byly nalezeny na webových stránkách a byly použity pro řešení. Podívejme se na jednoduché řešení:

a) Jestliže na 1 MWh připadne 1 080 kg CO<sub>2</sub>, potom na 1 TWh je to 1,080 Mt. Při produkci 19 894 TWh jde o 1,07·10<sup>10</sup> tun CO<sub>2</sub>, tedy asi 11 000 000 000 tun neboli 1,1·10<sup>13</sup> kg. Při výpočtech obsahu jednotlivých plynů v atmosféře jsme odhadli, že atmosféra obsahuje celkem 2,53·10<sup>15</sup> kg CO<sub>2</sub>, takže přírůstek díky tepelným elektrárnám činil v roce 2007 asi 0,43 %. Proto je postupně zastavován provoz některých elektráren, např. 31. prosince 2005 byla odstavena Mohave Power Station (viz odkaz na stránku [http://en.wikipedia.org/wiki/Mohave\\_Generating\\_Station](http://en.wikipedia.org/wiki/Mohave_Generating_Station)), popř. několik desítek zastaralých tepelných elektráren ve Velké Británii (viz např. přehled, který najdeme na stránce [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_power\\_stations\\_in\\_England](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_power_stations_in_England)).



**Další zajímavá úloha ukazující, co přináší s sebou sedm miliard lidí na povrchu naší planety:**

Člověk zpravidla každým dechem v klidné poloze těla nadýchne 7 litrů vzduchu za minutu, což představuje minimálně 420 litrů za hodinu, 10,0 m<sup>3</sup> za jeden den, 3 650 m<sup>3</sup> za rok. Učiňme předpoklad, že vzduch před obličejem má teplotu asi 17 °C = 290 K, teplota vydechujícího vzduchu je 37 °C = 310 K. Měrná tepelná kapacita vzduchu 1 000 J·kg<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>.

- a) Kolik tepla produkuje jedna osoba vydechováním teplého vzduchu do atmosféry?
- b) Jak se změnila situace za posledních 200 let?

Řešení s užitím informací na internetu:

Hustota vydechaného vzduchu je 1,15 kg·m<sup>-3</sup>, tedy za hodinu je hmotnost vydechaného vzduchu asi 480 kg, který se v těle ohřál o 20 °C, což představuje po rozptýlení vydechnutého vzduchu přírůstek tepla v okolí člověka 9,6 MJ·h<sup>-1</sup>, 23 MJ/den, 8,4·10<sup>10</sup> J za rok. Tento výsledek jedince se nemůže projevit. V případě jedné miliardy lidí kolem roku 1810 jde už o 8,4·10<sup>19</sup> J za rok, ale v případě dnešního stavu (2010) lidstva by to bylo již 58,8·10<sup>19</sup> J, což představuje asi 160 TWh, tedy asi necelý dvojnásobek roční výroby „elektrické energie“ všech typů elektráren České republiky. Není to snad zajímavé? K tomu by bylo třeba připojit další teplo produkované asi jednou miliardou krav a dvěma miliardami hospodářsky chovaných vepřů (viz <http://en.wikipedia.org/wiki/Cattle>, <http://en.wikipedia.org/wiki/Pig>).

**Podívejme se ještě, k čemu vedou zákony, schvalované pro zlepšování dopravy:**

Podle pravidel silničního provozu musí všechny automobily jedoucí po vozovce svítit po celý den dvěma potkávacími světly se žárovkami 12V/55W, zadní část musí být osazena krajními světly a osvětlením státní poznávací značky, celkem žárovkami o příkonu 20 W. Předpokládejme, že automobil jezdí „za světla“ denně průměrně 2 hodiny po 300 dní v roce. Kolik benzínu spotřebují automobily pro svícení při účinnosti motoru 22 %?

## ***Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4***

Řešení s využitím dalších informací na internetu:

Celková práce při svícení po dobu celého roku je  $0,130 \cdot 2 \cdot 300 \text{ kWh} = 78 \text{ kWh}$ . Protože  $1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J}$ , je tato práce rovna  $2,8 \cdot 10^8 \text{ J} = 280 \text{ MJ}$ . Při uvedené účinnosti a při dokonalém spálení 1 litru benzínu získáme 31 MJ, ale dokážeme využít jen 22 %, tj. získáme 6,8 MJ. Na jízdu s rozsvícenými světly za uvedených podmínek ročně padne asi 41 litrů benzínu. I když osvětlením i během slunečního dne jsou automobily při pohybu více zviditelněny, přesto při počtu milionů automobilů se jedná o značnou spotřebu benzínu, značné hospodářské ztráty a oteplování atmosféry.

Řadu zajímavých úloh nacházíme na stránkách Fyzikální olympiády <http://fo.cuni.cz> nebo [www.uhk.cz/fo](http://www.uhk.cz/fo).

Tato stránka má za dobu 4 let své existence již více než 590 000 přístupů. Je určena pro organizátory soutěže, pro učitele na školách a pro soutěžící. Obsahuje testy úloh pro sedm kategorií: pro střední školy to jsou kategorie A, B, C, D, pro základní školy to jsou kategorie E, F, G (Archimédiáda).

Každá kategorie má úlohy pro školní kolo (7 úloh), pro okresní nebo krajské kolo (4 úlohy), pro krajské nebo celostátní kolo (4 nebo 5 úloh), celkem ročně 81 úloh a k tomu tzv. instruktážní řešení s bodovým hodnocením.

Každým rokem vycházejí studijní témata pro kategorie A, B, C, D, za posledních 15 let samostatně České republiky jich vyšlo asi 50.

Naše národní fyzikální olympiáda je propojena se soutěží Mezinárodní fyzikální olympiáda, a to nejen výsledkově, ale především pokud jde o zadané fyzikální úlohy i jejich řešení. Celá webová stránka je interaktivní.

Tak dostává učitel fyziky i soutěžící ve fyzikální olympiádě obrovskou databázi náročných a tvořivost soutěžících vyžadujících úloh, která může sloužit jako příprava na další pokračování soutěže jak na národní, tak i mezinárodní úrovni. Ukažme na závěr jednu z takových úloh:

### **FO 50 EF 2 Děti kapitána Granta**

V knížce Děti kapitána Granta, kterou asi před sto čtyřiceti lety napsal a vydal francouzský spisovatel Jules Verne, je nalezena zpráva v lahvi; ve zprávě je udána zeměpisná šířka  $37^{\circ}11'$  j.š., ale údaj o zeměpisné délce chybí. Proto se vydala záchranná výprava z Velké Británie nejprve do Chile, přešla přes Andy, argentinskou Patagonii a nalodila se zpět na doprovodnou loď Duncan. Podle atlasu nebo map Google Earth popište další trasu záchranné výpravy do doby, než dorazila na Nový Zéland.

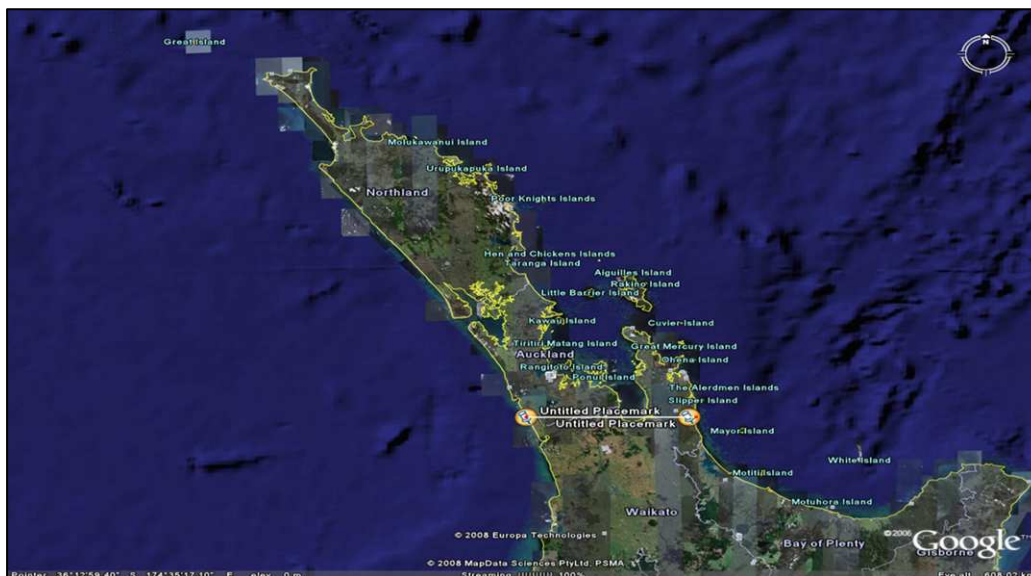
a) Urči souřadnice místa, kde vstoupila výprava na pevninu a po přechodu území se pak zase nalodila na loď Duncan. Urči vždy úhlovou vzdálenost obou míst na povrchu Země.

b) Urči délku rovnoběžky označené  $37^{\circ}11'$  (nejprve musíš určit v polárním příčném řezu délku poloměru kružnice na povrchu Země, která tuto rovnoběžku znázorňuje).

c) Jak velkou část musela expedice projít po pevnině? Jaká část připadá na trasu po oceánech?

d) Odhadni, jaká by byla doba trvání cesty kolem světa po uvedené rovnoběžce, jestliže se po oceánech loď pohybovala střední rychlostí 20 uzlů a expedice po pevnině urazila vzhledem k obtížnému terénu v horách průměrně jen  $3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ?

Poznámka: 1 uzel = 1 námořní míle/h.



K řešení potřebujeme rozvinout stránku Googleearth3D. Na obrázku přechod přes část Nového Zélandu. Další výpočty jsou velmi jednoduché.

Doufám, že moji kolegové z katedry vhodně navážou na mé vystoupení a řeknou vám to, co jsem vám já sdělit nemohl.

### Literatura:

- [1] Volf, I.: *Školní vzdělávací program jako prostředek výchovy žáků k tvořivosti*, Ed. Rauner, K., In: *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 3: Rámcové vzdělávací programy*, ZČU v Plzni, Srní 2007, 252 s., viz s. 8–18.
- [2] Volf, I.: *Matematika jako fascinující pomocník fyziky*. In: *Ani jeden matematický talent nazmar*. Hradec Králové 2007, 249 s., viz s. 64–77.
- [3] Вольф, И. – Вольф, П.: *Опасно ли таяние льдов?* Потенциал (Москва), 2775, № 5, с. 4–7
- [4] Volf, I.: *Letáky Fyzikální olympiády*. 49. a 50. ročník. Hradec Králové, MAFY 2007, 2008.
- [5] Volf, I.: *Netradiční zadávání fyzikálních úloh pro talentované žáky na základní a střední škole*. In: *Nové metody propagace přírodních věd mezi mládeží aneb Věda je zábava*. Olomouc, 2008, s. 7–9.
- [5] Volf, I. a kol.: *Netradiční formulace fyzikálních úloh*. Specifický výzkum na Pedagogické fakultě Univerzity Hradec Králové, 2008.
- [6] [http://en.wikipedia.org/wiki/Mohave\\_Generating\\_Station](http://en.wikipedia.org/wiki/Mohave_Generating_Station)
- [7] [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_power\\_stations\\_in\\_England](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_power_stations_in_England)
- [8] <http://en.wikipedia.org/wiki/Cattle>
- [9] <http://en.wikipedia.org/wiki/Pig>
- [10] <http://fo.cuni.cz>
- [11] [www.uhk.cz/fo](http://www.uhk.cz/fo)

## Energetická budoucnost ČR – důvod k obavám?

Václav Bláha, Česká nukleární společnost, o.s.

### Úvod

Mohlo by se zdát, že toto téma nemá se zaměřením tohoto semináře mnoho společného. Ale podle mého názoru je opak pravdou. Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky a následnou výuku si už dnes téměř nikdo nedovede představit bez energetické podpory. Třídy se plní počítači, interaktivními tabulemi a pojem „křída“ mizí v dáli tak, jako zmizely pojmy „necky“ a „valcha“. Aby bylo možné takto učit, musí mít pedagog jistotu, že tu energetickou podporu bude mít vždy, kdy ji potřebuje. To je jedna stránka věci. Energetická díla neprojektují a nestaví filosofové ani absolventi manažerských směrů, ale technici, kteří musí mít solidní základy znalostí fyziky a tady je role učitelů tohoto předmětu nezastupitelná. Ve svém příspěvku na předchozí konferenci [1] jsem se snažil ukázat na několika číslech energetickou závislost domácností a k jakým energetickým zdrojům by měla vést další cesta. V průběhu uplynulých dvou let došlo k určitým možno říci mírně optimistickým posunům, ale na druhé straně i k událostem, které pojem „Energetická bezpečnost státu“ posunuly do popředí zájmu.

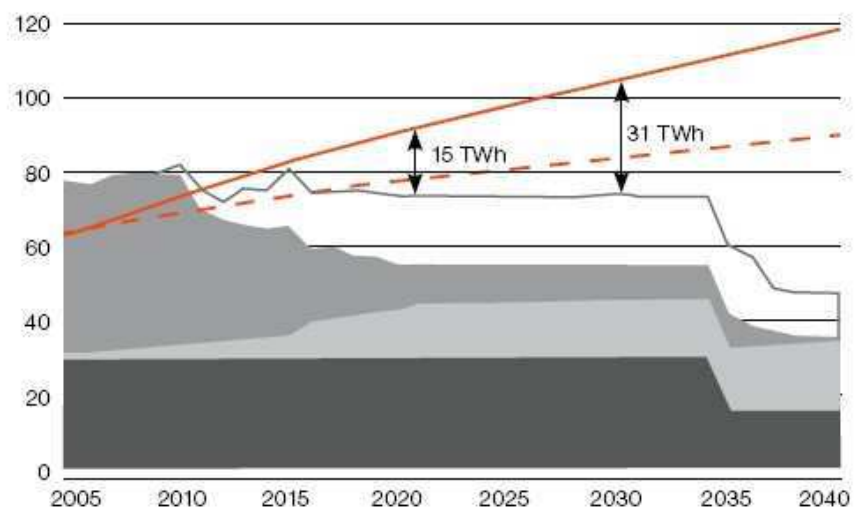
### Prognóza vývoje zdrojů a spotřeby

#### Očekávaná dodávka českých zdrojů vs. vývoj spotřeby

(situace ke konci roku 2007)  
(TWh)

- obnova uhelných zdrojů ČEZ
  - existující uhelné elektrárny
  - plyn a obnovitelné zdroje
  - jaderné elektrárny
  - vodní elektrárny
- domácí spotřeba s 50% úsporami nebo při vyšším růstu HDP  
- - - domácí spotřeba se zahrnutím max. úspor

(zdrojová data: ČEZ)



Podívám-li se na uvedený graf, tak začínám uvažovat zda v názvu tohoto příspěvku by neměla být na konci místo otazníku tečka. Pokud by se prognóza naplnila, tak je již na čase zásobovat se svíčkami a petrolejkami a kupovat teplé oblečení, protože první problémy mohou nastat během dvou, tří let. Předpokládejme ale s mírným optimismem, že prognóza má určitou nepřesnost a věřme, i když v to moc nespolehám, že budeme s energiemi rozumně hospodařit. Pak se problém může o několik let posunout, řádově o pár let. Přibližme si trochu co chybějící rozdíl mezi spotřebou a zdroji znamená. Jaderná elektrárna Dukovany disponuje celkovým instalovaným výkonem 1 760 MW (4 bloky o jednotkovém výkonu 440 MW). Pokud by pracovala nepřetržitě celý kalendářní rok na instalovaném výkonu, je schopna vyrobit 15,4 TWh elektrické energie (4x440x24x365). Toto je však čistě teoretická hodnota. Reálná roční hodnota využití instalovaného výkonu je dána jednak fyzikálními zákony a jednak nutností pravidelné údržby a pohybuje se na hranici 88 %. To znamená, že reálná hodnota vyrobené elektrické energie je kolem 13,5 TWh. Na základě této jednoduché matematiky pak čísla značící rozdíly mezi spotřebou a zdroji znamenají, že po roce 2020 bude chybět zdroj o instalovaném výkonu cca 1 600 MW jehož roční využitelnost je minimálně 88 % a kolem roku 2030 to již budou takovéto bloky dva. Nelze předpokládat, že toto množství energie nakoupíme. V Evropě není elektrické energie přebytek.



## Jaký zdroj je tedy reálný pro pokrytí tohoto rozdílu ?

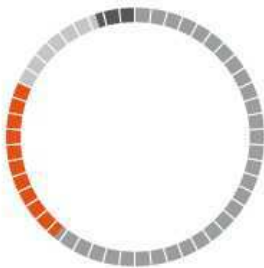
Podíl instalovaného výkonu a výroby elektřiny v ČR v roce 2008

zdroj: Výroční zpráva JE ČEZ 2008

**Instalovaný výkon v ČR**  
17 686 MW

(podíl v procentech)

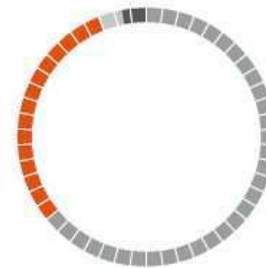
- uhelné 61
- jaderné 21
- vodní a obnovitelné zdroje 13
- plynové 5



**Výroba v ČR**  
86,4 milionů MWh

(podíl v procentech)

- uhelné 62
- jaderné 31
- vodní a obnovitelné zdroje 3
- plynové 4



Podíváme-li se na tento graf z pohledu rozdílu mezi zdroji a spotřebou vidíme, že chybějící energie zdroj představuje cca 10 % instalovaného výkonu a spotřeba cca 15 % výroby. To znamená, že kritérium využití zdroje má větší váhu než samotný instalovaný výkon.

Porovnájí-li se zdroje podle plochy potřebné k výrobě 1 000 MW elctr. dostáváme následující porovnání

- Uhlé a jaderné elektrárny cca 0,36 km<sup>2</sup>
- Sluneční články cca 86 km<sup>2</sup>
- Větrná elektrárna cca 100 km<sup>2</sup>

Podíváme-li se ještě na poměr podílů výroby a instalovaného výkonu u jednotlivých zdrojů v ČR v roce 2008 dostáváme následující údaje

- Uhlé elektrárny 1,02
- Jaderné elektrárny 1,47
- Vodní a obnovitelné zdroje 0,023
- Plynové elektrárny 0,8

Z uvedených údajů je patrné, že jediným řešením je blok odpovídajícího výkonu s minimálním ročním využitím instalovaného výkonu na hranici 85 %. Vezmeme-li navíc v úvahu i zkušenost ze začátku letošního roku, kdy vlivem rusko-ukrajinského sporu byly do České republiky přerušeny na 14 dnů dodávky plynu, která jasně deklaruje, že energetická bezpečnost ČR nemůže být založena na tomto zdroji, pak jediným reálným technickým řešením je jaderný blok.

I když bude politická vůle, tak je nutné mít na zřeteli, že doba výstavby, včetně všech legislativních procedur, je kolem 10–12 let a pokud začneme dnes, tak jsme kolem roku 2022 na nule a začínáme znova. Navíc je zde ještě jeden problém. Zkušenosti z výstavby ve Finsku ukazují, že přerušeni kontinuity v jaderném oboru znamená, že nová generace se učí vše znovu a tak je nutné reálně uvažovat s dalšími časovými posuny. Nesmíme zapomínat ani na ekonomickou stránku věci, která může celou skutečnost značně zkomplikovat.

## Analýza české energetiky

V roce 2007 zahájila práci Nezávislá energetická komise vedená předsedou Akademie věd Václavem Pačesem, jejíž úkolem bylo zpracovat pro vládu ČR analýzu české energetiky. Závěra komise měly být předloženy do konce roku 2007, ale jak už to v takových věcech bývá došlo k určitému zpoždění, a 4.července 2007 předal předseda komise premiérovi ČR „Stručnou zprávu o výsledcích práce Nezávislé komise“[2]:

### *Komise radí vládě: Jádra se nezříkejme*

Co doporučuje Nezávislá komise vládě:

- Podporovat konkurenci na trhu s energiemi
- Umožnit a usnadnit posuzovací procesy na všechny typy elektráren (včetně jaderných)
- Připustit diskusi o těžebních limitech na hnědé uhlí

## **Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4**

- Podporovat úspory energie, věnovat této oblasti zvýšenou pozornost, systémovou podporou a vyšší finanční prostředky než dosud
- Jaderná energetika představuje jednu z variant výroby elektrické energie. Nevyřešené zůstává ukládání vyhořelého jaderného paliva, ale s vývojem nových typů reaktorů se tento problém stává méně závažným
- Považovat obnovitelné zdroje za nezpochybnitelnou součást budoucího palivo-energetického mixu
- Přehodnotit energetickou legislativu ČR i EU, aby se prioritou stala stabilita české energetiky
- Propojit na evropské úrovni síť na přenos elektřiny
- Využít tranzitní přenosovou síť v Česku k posílení pozic země na evropském energetickém trhu

### **EIA na nové bloky**

Firma ČEZ spustila naostro přípravu nových bloků v Temelíně a 11. 7. 2008 podala na Ministerstvo životního prostředí žádost o posouzení vlivů stavby na životní prostředí (EIA). Tím se spustilo několikaleté řízení, jehož smyslem je zjistit, popsat a komplexně vyhodnotit předpokládané vlivy případné výstavby dalších dvou bloků v areálu elektrárny Temelín na životní prostředí a veřejné zdraví. Ukončení celého procesu je možné očekávat koncem roku 2010. Celý proces je rozdělen do několika fází:

- Zjišťovací zřízení
- Vypracování dokumentace záměru
- Posudek autorizovaného odborníka
- Veřejné projednání
- Stanovisko Ministerstva životního prostředí

Ve všech fázích se k dostavbě Temelína může vyjádřit každý, kdo má zájem a své připomínky může sdělit písemně. Dokumenty k záměru stavby budou zveřejňovány na úředních deskách a na internetové adrese [www.cenia.cz/eia](http://www.cenia.cz/eia).

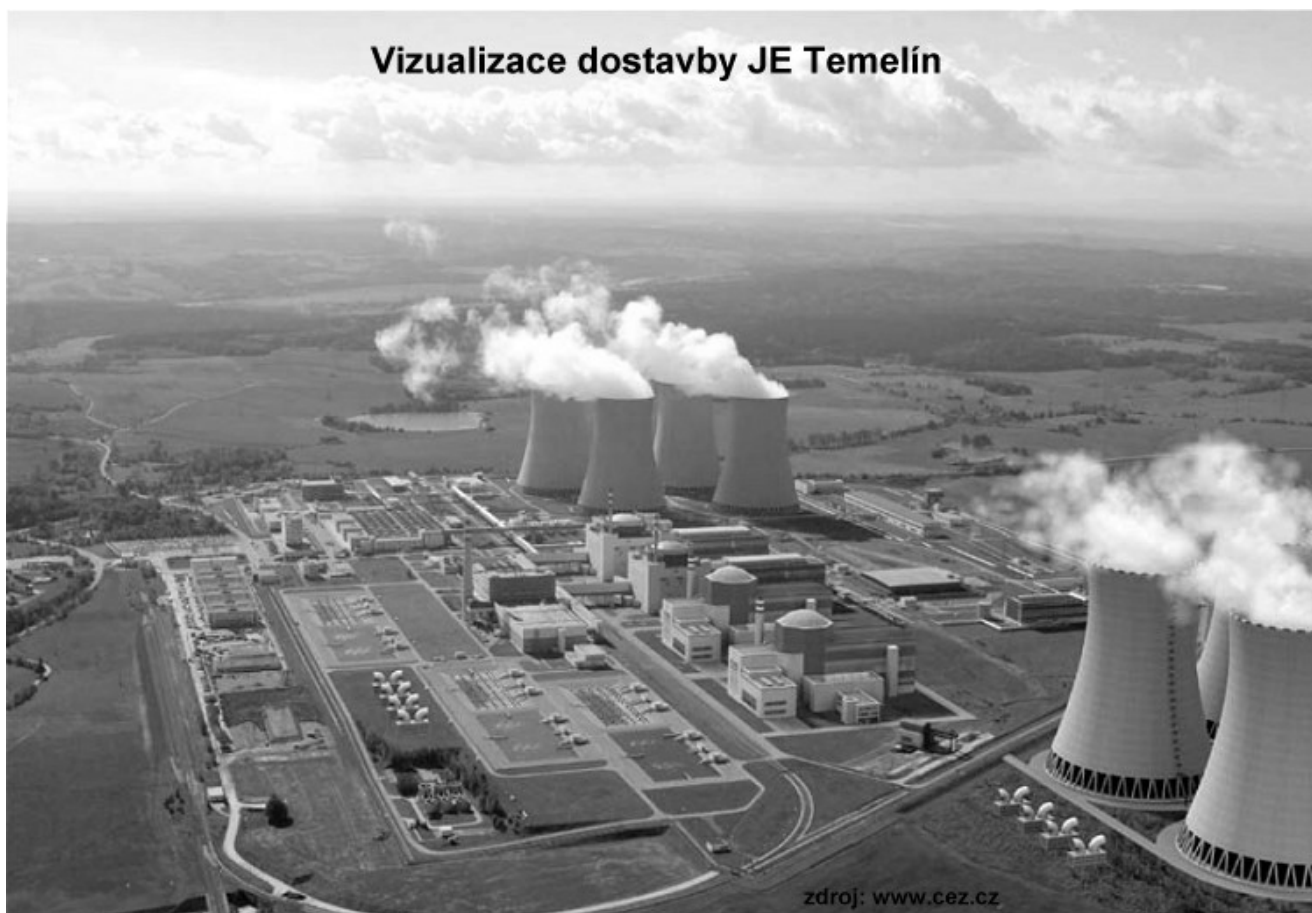
Závěrečné stanovisko není správním rozhodnutím, ale odborným podkladem pro další povolovací řízení (např. územní řízení, stavební řízení, vodoprávní řízení atd.) [3].

### **Závěr**

Tento článek vyznívá pesimisticky, ale na druhé straně je optimistický v tom, že pro ty, co budou znát fyziku bude v příštím období spousta práce a fyziku bude nutné tuto generaci naučit.

Vážení učitelé fyziky, přeji Vám hodně schopných žáků.

## Jedna z možných variant Jaderné elektrárny Temelín



### Literatura

- [1] Bláha V.: *Jaderná energetika a životní prostředí*, sborník z konference „Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 3“, Srní 2007, ZČU v Plzni, ISBN 978-80-7043-603-5, Plzeň 2007
- [2] Hospodářské noviny, 4.–6.července 2008
- [3] Václav Brom, *EIA na novém bloky – skončilo zjišťovací zřízení*, Temelínky – časopis Jaderné elektrárny Temelín, ročník XVII, 1/2009
- [4] <http://www.csvts.cz/cns>

## Interaktivní tabule ve výuce fyziky

*Jan Obdržálek, UTF, MFF, UK, Praha*

### **Společenské prostředí**

Celkový nezáměr o přírodní vědy, a zejména fyziku, je zajímavým symptomem naší doby – především v technicky rozvinutých společnostech, jejichž výrazně vyšší životní úroveň vznikla a udržuje se právě díky technice a přírodním vědám, a z nich hlavně díky fyzice. Celá informatikou propojená společnost, s mobily, televizí, Internetem atd. se mohla vytvořit až v polovodičové éře; v dřívějších technologiích by nebyla vůbec realizovatelná. Teorie i praxe polovodičů zase stojí a padá s kvantovou fyzikou pevných látek, bez níž by nebyla vůbec myslitelná.

Ostentativní nezáměr o vědu, které náleží zásluha i za prostou existenci všech těchto fenoménů současné doby by mohl být zajímavý pro psychology a sociology, především však podstatně ovlivňuje práci pedagogů dotyčných oborů, kteří – aby byli úspěšnější – musejí z tohoto statu quo vycházet.

Ale také naopak – vedle nezájmu o vědu je nutno uznat a akceptovat značný zájem mládeže o využívání informatických prostředků (počítače, Internet) a značnou zběhlost mládeže v práci s nimi. A nejsou to jen počítačové hry (které také nejsou zdaleka všechny pokleslé a omezené na nejjednodušší schémata agrese), ale i obecně využití Internetu, které je mládeži blízké a dokonce pro ni natolik snadné a mezi ní rozšířené, že je třeba naopak např. varovat před slepou vírou všemu, co se na Internetu najde.

Na přitažlivosti informační techniky si lze ovšem také „přihřát svou polívčičku“, zejména pro mladší věkové kategorie. Je to ovšem obtížnější zejména pro starší učitele, kteří nevyrostli v prostředí počítači prosyceném. Lze čekat, že žáci budou přijímat multimédia ve výuce příznivě jakožto pozitivní prvek. Rizikem je ovšem, aby výuka a použití počítače v ní nesklouzlo v představě a cítění žáka právě mezi onu „virtuální realitu“ známou z této oblasti.

### **Výuka na ZŠ a SŠ**

Česká společnost má vůči učitelům velmi ambivalentní postoj. Na jednu stranu učitelé základních a středních škol jakožto profese získávají při průzkumu úcty k různým profesím ta nejvyšší hodnocení, na druhou stranu praxe ukazuje často velmi rozšířené a společností akceptované přezírání, hraničící s opovržením rodičů k těm, kdo učí jejich děti. Nedostatek autority učitele se samozřejmě projevuje výrazně negativně jednak na postoji žáků a studentů k vyučovanému oboru, ale dále i na nezájmu žáků a studentů o volbu učitelského povolání jako své budoucnosti. Objektivně je potřeba uznat, že v řadě případů není jejich konkrétní učitel dostatečně kvalifikovaný v oboru, který učí. Při nedostatku dobrých, kvalifikovaných učitelů to není překvapující, ovšem vysvětluje to také jistý bludný kruh v této oblasti.

Technický rozvoj dává učitelům do rukou nové a nové prostředky k výuce; od tabule a křídly se přes projektory a zpětné projekory přešlo k počítačům s projekory, on-line využití Internetu, multimediálním pořadům a nyní tedy i k tabuli, která je nejen výstupní, ale i vstupní jednotkou počítače.

Vedle technického rozvoje je ovšem potřeba vidět i rozvoj koncepční vedoucí k podstatnému důrazu na vlastní aktivitu žáků, nahrazující dříve převládající jednosměrný tok informace od učitele k žákovi tvůrčí činností a aktivním zapojením co největšího počtu žáků do vzdělávacího procesu. Metody a ideje činnosti výuky se proto zdůrazňují a využívají co nejdříve, v nejrůznějších formách. (Samozřejmě, princip není nijak nový a zdůrazňoval ho fakticky už Komenský, zejména např. ve své Didaktice analytické.)

U výuky fyziky je činnostní přístup důležitý navíc proto, aby byla jasná provázanost fyziky s reálným světem, ve kterém žijeme. Nejen mezi žactvem je dosti rozšířená představa, že „fyzika je sbírka vzorečků“ nebo „fyzika je sbírka zákonů, které stejně neplatí přesně“; to je samozřejmě zhoubné a demotivující. Tady je ovšem velké nebezpečí výpočetní techniky, že převede výuku spíše do světa virtuální reality. Samozřejmě, že dobrý a technicky zvládnutý výukový program může být pro učitele snadnější než příprava a provedení živého pokusu; ten by ale nikdy neměl ve výuce scházet. Jinak bude výukový program žáky brán jen jako další počítačová hra z virtuální reality (a technicky zpravidla méně atraktivněji propracovaná).

## **Interaktivní tabule coby periferie**

Prakticky vzato, interaktivní tabule je počítačová periférie sjednocující tyto prvky:

- školní tabule s možností ručního
  - zápisu grafického i textového
  - mazání
  - navíc uložení napsaného (nakresleného) s možností opětového vyvolání
- velkoplošný grafický i textový výstup pro
  - obvyklou prezentaci typu PowerPoint
  - multimediální pořad na CD či DVD (asi jako dříve videokazety). Kvalitní zvukový výstup (samostatné reproduktory) je ovšem nutností, ale s principem tabule nijak nesouvisí a nemusí být proto integrován. (Připomeňme analogicky, že i některé monitory mají sice zabudovány reproduktory, ovšem pro kvalitní reprodukci si uživatel PC jistě raději pořídí reproduktory samostatné.)
  - internet a on-line internetové aplikace (aplety)
  - standardní počítačový program
- velkoplošný vstup
  - grafický (pero, prst)
  - textový (tj. alfanumerický; klávesnice je dostupná i přímo z tabule)
- periférie počítače, resp. počítačové sítě (a tedy schopná spolupráce s ostatními prvky sítě)

Z tohoto hlediska lze posuzovat a odhadovat možnosti, výhody i nevýhody jejího použití při výuce.

## **Technické principy interaktivních tabulí**

Technicky vzato, je mnoho způsobů, jak splnit výše uvedené požadavky na periférii „interaktivní tabule“. Omezujícím požadavkem je ovšem její využití pro školu, tedy rozumně nízká cena a přitom větší bezpečnost i odolnost v „drsnějším“ prostředí, než jaké je třeba v laboratoři.

Optický výstup je řešen horní či zadní projekcí tak, aby při běžném provozu nerušila a nebyla rušena (stín). Zadní projekce je sice technicky výhodnější, ale vyžaduje dostatek prostoru za tabulí, což je pro školu zpravidla nepřijatelné.

Grafický vstup (alfanumerický vstup užitím zobrazené klávesnice je jeho prostou aplikací) je zajištěn různým způsobem:

1. speciálním provedením snímací plochy: tabuli tvoří dvě fólie, které se tlakem (prstu, speciálního pera apod.) k sobě přiblíží natolik, že se vytvoří mezi nimi elektrický kontakt. Změna odporu je měřena z více míst, takže lze softwarově určit (vypočítat) polohu bodu, v němž ke stlačení došlo. Nejrozšířenějším představitelem tohoto typu tabule je SMARTboard;
2. polem vytvořeným těsně nad tabulí (elektromagnetickým – vysokofrekvenčním či nízkofrekvenčním, akustickým – ultrazvukovým, optickým – laserovými paprsky): prst či pero toto pole naruší a softwarově se počítá místo, kde k narušení došlo. Nejrozšířenějším představitelem tohoto typu tabule je ACTIVboard;
3. aktivním prvkem je speciální pero vysílající signál (zpravidla mimo oblast přímého příjmu lidskými smysly, tedy akustický – ultrazvukový nebo optický – infračervený, případně oba současně); signál je přijímán čidly na obvodu tabule a vyhodnocován softwarově. Oba principy využívají např. tabule 3M nebo Cleverboard, samotný infračervený signál užívá např. ONfinity.

Uvedené principy se samozřejmě hluboce liší; uživatele to ovšem nemusí zajímat. Pro něj je v první řadě rozdíl v ovládacím prvku; na některé tabule typu 1 a 2 lze psát přímo prstem či libovolnou tyčkou, zatímco na jiné (a pochopitelně na všechny typu 3) lze psát jen speciálním perem. Rozdíl je i v materiálu plochy tabule: u typu 1 je citlivější a náchylnější k poškození, poškrábání apod. než u ostatních typů.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

Nejpodstatnější uživatelský rozdíl ovšem spočívá v softwarovém vybavení tabulí, protože s dobrým softwarem stojí a padá veškeré užití tabule ve škole.

### **Využití interaktivní tabule pro výuku**

Interaktivní tabule vždy přichází s jistým minimálním programovým vybavením; dále, na různé tabule jsou vyvinuty různé programy. Jakkoliv by to bylo jistě technicky možné, tyto programy nebývají volně přenositelné mezi různými typy tabulí, jednak proto, že se liší jejich základní programové ovládání, jednak z důvodů komerčních.

Učitel (od mateřské školy po univerzitu včetně) zpravidla nemá ani čas, ani prostředky pro to, aby vyvíjel výukový program; takový projekt je značně náročný. Interaktivní tabule však přichází v takovém provedení, aby mohla využít

- hotové výukové programy, které lze použít bez jakékoli změny, kde však lze např. měnit hodnoty parametrů úloh
- hotové výukové programy charakteru „stavebnice“, kde učitel má svůj prostor a může například vytvářet úlohy nové
- aplety stažené z webu nebo jinak sdílené mezi zájemci
- projekty rázu PowerPointové prezentace, případně s využitím specifík interaktivní tabule („překrytí stahovatelnou neprůhlednou fólií“, možnost psaní, zvýrazňování, mazání apod.)
- promítání hotových programů jiných (např. DVD video)
- konečně není vyloučena – zejména ve spolupráci s jinými kolegy a s vývojovými laboratořemi – ani tvorba vlastních programů, tedy na úrovni multimediálních Adobe Flash (dříve Multimedia Flash, soubory \*.swf). Při nich lze využít jak grafickou animaci danou prostředím, tak i vlastní programování formou Action Script, knihoven standardních i uživateli vytvářených apod. Učitel zde pak může být spíše „odborným poradcem“ než by se zabýval vlastním programováním.

Problém je samozřejmě také v tom, že od náčrtu, který se spokojí s náznakem, je k profesionálnímu výrobku velice dlouhá cesta. Nezapomeňme moudrost, že „dokonalost sestává z maličkostí, ale dokonalost není maličkost“. Vedle obsahové stránky je třeba dbát i na sloh (a samozřejmě gramatiku) textu, na velikost a typ písma, barvy i velikosti, zachovat v nich však decentnost typu „střídmě z bohatého stolu“, správně odhadnout rychlost postupu prezentace, hlasitost doprovodu, správnou míru např. hudebního podmalování...

Oblastí využití interaktivní tabule na přednášce pak může být kterákoli fáze výuky

- motivace
- úvod do nové problematiky
- vlastní výklad problematiky
- shrnutí
- opakování a procvičování
- zkoušení

Hotový výukový program pokrývá či alespoň přispívá zpravidla do několika fází, i když nejnepříjemnější bývá vlastní výklad a zkoušení. Je ovšem na učitelově invenci, jak si hotový program přizpůsobí k obrazu svému, eventuálně „vyšperkuje“. Zejména při motivaci může využít své individuální zkušenosti a postřehy.

### **Specifika fyziky**

Vše, co bylo doposud řečeno, lze prakticky stejně úspěšně použít jak pro fyziku, tak i pro libovolný jiný předmět, třeba dějepis. Fyzika má ovšem svá specifika a svá úskalí.

Především je nutno stále zdůrazňovat, že *pokus i měření jsou ve výuce nezastupitelné*. Bez „živých pokusů“ zůstává fyzika odtržená od života, stává se samoučelnou. Tomu je nutno v každém případě předejít. Zejména výpočetní technika (ale i multimedia a výukové filmy) může napomáhat nežádoucímu úletu do virtuální reality, do oblastí, které mají pramálo společného se světem kolem nás. Ideální je proto napojit výpočetní techniku

na reálný pokus k tomu, aby obstarala právě onu nudnou část (shromažďování dat, rutinní zpracování, tvorba tabulek a grafů), a ponechala na člověku to, co vyžaduje úvahu: volbu metody, interpretaci výsledků apod.

Moderní výuková technika umožňuje zvýšit podstatně rychlost toku informací. Je pak nutno uvážit, co dokáže posluchač vstřebat a zpracovat. Delší předvádění, i když je podstatně méně únavné na tabuli než na počítači, posluchače také otupí a unaví. Uvádí se asi tak půl hodiny jako maximum pro efektivní využití interaktivní tabule. Nezapomínejme, že občas platí úsloví „méně je více“.

Interaktivní tabule může zcela konkrétně pomoci v různých oblastech výuky fyziky. V mechanice je výhodou, že evidentně objektivně popisuje pohyb vedle polohy bodu (tělesa) jeho rychlostí a zrychlením (u tělesa i případně úhlovými), což pro začátečníka bývá občas překvapivé. (Stačí rozebrat obyčejný šikmý vrh, mající při celkem pestře proměnné poloze i rychlosti naopak konstantní zrychlení.) Rovněž grafická prezentace sil a momentů dokáže stručně a výstižně vysvětlit řadu problémů a vhodně doplňuje slovní rozbor. Poctivý pokus by však neměl scházet nikdy.

V optice je obrovskou výhodou, že lze mít konstrukce předem připravené (kreslit od ruky malé úhly je velmi obtížné), ale přitom je promítat nikoli jako statický obraz naráz, nýbrž i v průběhu jejich konstrukce, v jednotlivých fázích. Interaktivita pak umožňuje ukazovat vliv polohy objektů na zobrazení apod. Každá oblast fyziky má své obtížnější či náročnější partie; interaktivita spolu s velkou plochou tabule dokáže mnohé z nich vyjasnit a zprůhlednit.

## **Literatura**

Pokud se týká výrobků – interaktivních tabulí, lze na webu lze nalézt velké množství ukázek výrobků. 8 různých typů interaktivních tabulí (SMARTBoard, ACTIVBoard, PolyVision, Mimio, eBeam, Numonics, Interwrite, Starboard) předvádí např. odkaz <http://www.fldb.k12.fl.us/rmc/tutorials/whiteboards.html>

Další ukázky jsou např. na ONfinity: <http://www.dosli.cz/soubory/hw/video/ONfinityCM2.asx>

IPBOARD: <http://www.china-iwb.com/resource/demo.html>

SMARTBoard: <http://downloads.smarttech.com/media/video/touch/TouchRecognitionsShort.mov>

Lze sledovat i přímo demonstrace z využívání tabulí, např. SMARTBoard:

<http://www2.smarttech.com/st/en-US/Products/SMART+Boards/Front+projection/600i+SeriesGen2/>

Ultra-IPBOARD: [http://www.china-iwb.com/resource/demo\\_12.html](http://www.china-iwb.com/resource/demo_12.html)

Další oblastí je množství hotových klipů a apletů vhodných k použití na jednotlivých typech interaktivních tabulí. V každém případě, než se rozhodneme vytvořit něco sami, stojí za to si zjistit, co už je komerčně dosažitelné a v jaké je to kvalitě.

## POKUSY S ČÍTAČEM GM01

*Peter Žilavý, KDF, MFF, UK, Praha*

### Abstrakt

Před několika lety se začal vyrábět a jako součást soupravy GAMAbeta 2007 i dodávat do škol čítač GM01. Článek přináší kromě popisu vlastností tohoto přístroje také několik námětů na experimenty s ním z různých oblastí fyziky.

### Úvod

Čítač GM01 je dvoukanálový, procesorem řízený čítač impulzů určený ke školním laboratorním účelům, především ve spojení se soupravou Gamabeta a GAMAbeta 2007.

Je vybaven dvěma ekvivalentními vstupy střídavého signálu, vstupem pro externí napájení AC 9 V z příloženého externího zdroje a USB komunikačním rozhraním, které umožňuje připojení přístroje k počítači.

### Ovládání přístroje

K ovládání čítače slouží pět tlačítek umístěných na čelním panelu přístroje. Horním malým tlačítkem lze nastavit dobu, po kterou čítač počítá impulzy (10 s, 50 s, 100 s a nekonečno). Zvolená doba je zobrazována vedle tlačítka na displeji. Stiskem velkého tlačítka START proběhne měření podle přednastaveného času, po jehož uplynutí se měření ukončí a naměřený údaj zůstane na displeji do odstartování dalšího měření nebo do vynulování displeje. V režimu NK - nekonečno je měření jedním stiskem tlačítka START odstartováno a následujícím stiskem ukončeno. Naměřený údaj přitom zůstává na displeji, až dokud jej nevymažeme tlačítkem nulování: Nul.



*Obr.1: Čítač GM01 v režimu měření z obou vstupů po dobu 10 s*

Druhým tlačítkem shora ovládáme pracovní mód přístroje. Tedy to, ze kterého vstupu se údaje zobrazují na displeji. Je možné zobrazovat první vstup (In1 – konektor na levé straně) nebo druhý vstup (In2 – konektor vpravo) zvlášť, případně oba vstupy (Duo) společně.

Třetím tlačítkem shora (Nul) nulujeme údaj čítače a posledním ovládáme podsvícení displeje.

V režimu jednotlivých kanálů (In1, In2) se v prvním řádku zobrazuje velkým písmem počet impulzů. Pokud jejich počet překročí 9 999, zobrazují se násobky 10 000 na čtvrtém řádku vpravo. Na druhém řádku vlevo se zobrazuje čas měření v sekundách. Třetí řádek je určen pro informační text.

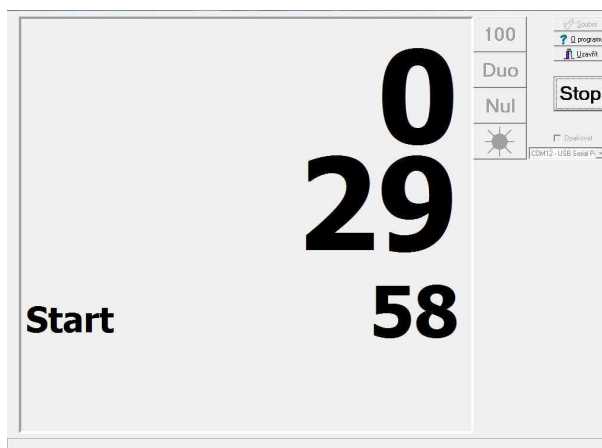
Při měření obou kanálů současně (Duo) je na prvním řádku zobrazován počet impulzů 1. kanálu. Při větším počtu impulzů než 9 999 se vyšší řádky zobrazují menším písmem. Totéž platí pro druhý kanál, kterého stav je zobrazen na dalším řádku. Na posledním řádku se zobrazuje informační text a měřený čas.



## Spolupráce přístroje s počítačem

S čítačem je dodáván obslužný program, pomocí kterého můžeme čítač ovládat a naměřené údaje ukládat a zobrazovat na displeji připojeného PC. Displej čítače tak lze také promítnout pomocí dataprojektoru pro celou třídu. Čítač lze ovládat z programu, ale i program lze ovládat z čítače. Program může pracovat ve dvou režimech:

V prvním režimu (režim zobrazování) je zobrazování i ovládání umožněno jak na čítači, tak i v programu. Ovládání čítače z PC je stejné, jako v případě použití tlačítek přímo na přístroji. Na konci měření se výsledné údaje (počet načítaných impulzů za zvolený časový interval) zapíše (připíše) do souboru na pevný disk PC.



Obr. 2: Okno obslužného programu

Frekvenční pásmo čítače v tomto režimu je dáno zapojením vstupů a použitou ochranou proti jejich přetížení. V režimu zobrazování je čítač schopen zpracovat pravoúhlé i harmonické signály o frekvencích do 10 kHz při amplitudě 10 V. Horní mez frekvence klesá se snižující se amplitudou. Např. u pravoúhlých signálů je možné měřit do 3 kHz při amplitudě signálu 1 V, u harmonických signálů je možné měřit do 3 kHz při amplitudě 3 V.

Ve druhém režimu (režim PC) se na displeji čítač objeví velký nápis PC a zařízení se dá ovládat pouze z programu. Na disk se ukládají jednotlivé záznamy (časy v milisekundách od začátku měření) jednotlivých impulzů. V režimu PC je možné nastavit dobu měření od 1 s do 9999 s.

Soubor	Úpravy	Formát	Zobrazení	Nápořádá
kana1 2;	1;	0;	1051;	
kana1 2;	2;	0;	2428;	
kana1 2;	3;	0;	3178;	
kana1 2;	4;	0;	3448;	
kana1 2;	5;	0;	4597;	
kana1 2;	6;	0;	5613;	
kana1 2;	7;	0;	5627;	
kana1 2;	8;	0;	6026;	
kana1 2;	9;	0;	7006;	
kana1 2;	10;	0;	8679;	
kana1 2;	11;	0;	8834;	
kana1 2;	12;	0;	12968;	
kana1 2;	13;	0;	13553;	
kana1 2;	14;	0;	13767;	
kana1 2;	15;	0;	14366;	
kana1 2;	16;	0;	15957;	
kana1 2;	17;	0;	16107;	
kana1 2;	18;	0;	16431;	

Obr. 3: Údaje zaznamenané čítačem do textového souboru v režimu PC

Pokud se nezvolí na začátku měření nový soubor, jsou data z měření připsována do původního souboru. Od dat z předchozího měření jsou oddělena prázdným řádkem. Soubor lze editovat v textovém editoru (PS Pad, Notepad...) a zpracovávat následně např. v tabulkovém procesoru (Excel...).

Jelikož v režimu PC je informace o čase příchodu každého impulzu (průchodu vstupního signálu prahovou úrovní) přenášena přes USB rozhraní do počítače, je možno čítač v tomto režimu použít pro měření periodických signálů pouze do frekvence přibližně 150 Hz. Čas příchodu impulzu je zjištěn a zaznamenán uvnitř čítače a teprve poté přenášen do PC. Čítač je tak schopen zjistit a zaznamenat (v souladu s jeho předpokládaným pou-

žitím s detektorem ionizujícího záření) i sekvenci několika impulzu následujících po sobě podstatně rychleji, než odpovídá uvedené frekvenci 150 Hz.

## **Jednoduché pokusy s čítačem GM01**

### ***Pokusy se soupravou Gamabeta***

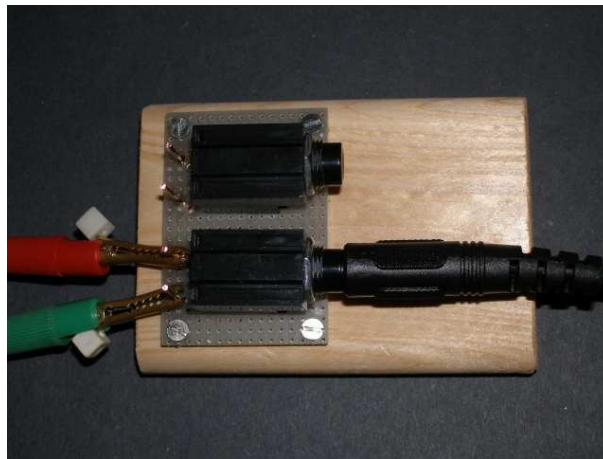
Čítač GM01 vzniknul jako nástupce čítače REP01 z původní soupravy Gamabeta pro pokusy s ionizujícím zářením [1]. Vlastnosti jeho vstupů a režimy počítání impulzů proto odpovídají předpokládanému použití s detektorem (indikátorem radioaktivity) z uvedené soupravy. Se soupravou je možné provádět celou řadu pokusů, např.: ukázka existence přírodního pozadí a porovnání jeho úrovně v různých lokalitách, závislost počtu částic registrovaných detektorem za jednotku času na vzdálenosti od zdroje záření či tloušťce a materiálu stínění, demonstrace nahodilosti děje radioaktivní přeměny, atd.

Princip měření spočívá u většiny těchto pokusů ve stanovení a porovnání počtu impulzů registrovaných detektorem za stejný časový interval (např. 100 s). Nový čítač GM01 přinesl (kromě možnosti „zautomatizovat“ uvedené měření) také možnost záznamu času příchodu každého impulzu a umožnil tak (s dalšími doplňky soupravy) v hodinách fyziky zkoumat např. děj radioaktivní přeměny (stanovení poločasu přeměny) či statistické vlastnosti tohoto děje (Poissonovo rozdělení). Více podrobností lze nalézt v [2].

Následující dva pokusy představují náměty k využití čítače i v dalších oblastech fyziky.

### ***Měření frekvence napětí sítě***

Čítač GM01 lze jednoduchým způsobem využít k měření napětí elektrické sítě. Stačí připojit jeden ze vstupů čítače k sekundárnímu vinutí síťového transformátoru (jednotky voltů až 24 V). Lze využít existujícího rozvodu 12 V či 24 V v učebně, případně lze s výhodou využít střídavého zdroje (9 V ~) dodávaného s čítačem. Pro snadné připojení různých zdrojů signálu ke vstupům čítače je vhodné vytvořit si jednoduchý adaptér (obr. 4), který umožňuje použít kabel dodávaný s čítačem.



*Obr. 4: Jednoduchý adaptér pro připojení měřených signálů ke vstupům čítače*

Samotné měření pak provedeme ve spojení čítače s PC v režimu PC (záznam časů jednotlivých impulzů), který umožňuje nastavení doby měření 1 s. Spustíme měření tlačítkem START. Po 1 s čítač ukáže zaznamenaný počet period síťového napětí, který pro dobu 1 s přímo odpovídá měřené frekvenci. V zaznamenaném textovém souboru pak můžeme vidět také rozdíly v časech, které odpovídají periodě síťového napětí 20 ms.

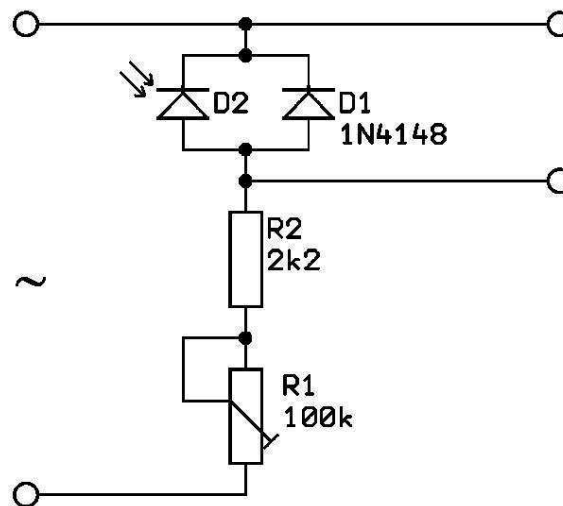


Obr. 5: Měření síťové frekvence

### Měření doby zakrytí světelné závory

Čítače se často používají i k měření doby trvání krátkých dějů, např. k měření doby sepnutí kontaktu či zakrytí světelné závory. Využívá se přitom principu (viz např. [3]), kdy je vstup čítače připojen ke zdroji střídavého (pulzujícího) napětí známé frekvence přes spínací kontakt, logický člen či jiný výstup světelné závory. Počet impulzů zaznamenaný čítačem je pak přímo úměrný frekvenci zdroje a době sepnutí kontaktu či zakrytí závory.

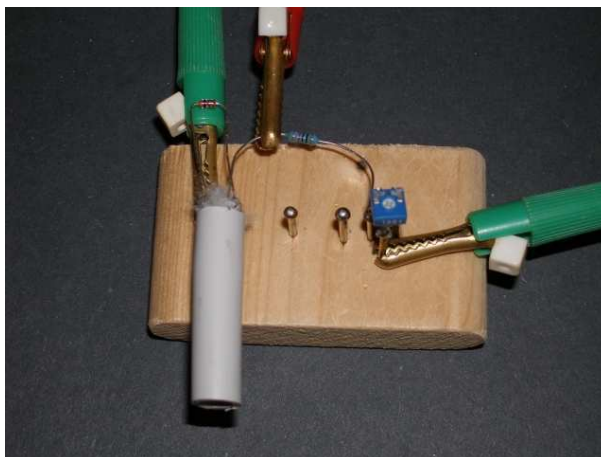
Příklad jednoduché realizace tohoto principu s čítačem GM01 ukazuje obr. 6 a obr.7.



Obr. 6: Schéma zapojení jednoduché světelné závory pro připojení k čítači

Základem této světelné závory je (téměř libovolná) fotodioda (D2), ke které je paralelně připojena dioda (D1) s malým napětím v propustném směru (např. Schottkyho dioda BAT 46, zapojení bylo vyzkoušeno ale i s obyčejnou usměrňovací diodou 1N4148). Pokud tuto kombinaci připojíme přes odpor (R1, R2) ke zdroji střídavého napětí, bude na výstupu při osvětlení fotodiody (např. světlem z kapesní svítilny) pouze malé (neharmonické) střídavé napětí, kterého velikost je dána především napětím na D1 v propustném směru. V případě zakrytí fotodiody („nevede“) se na výstupu objeví pulzující napětí, které již je schopen čítač zaregistrovat. Čítač tak vlastně počítá počet period střídavého napětí zdroje během zakrytí světelné závory.

Poznámky k realizaci: fotodiodu (zvláště pokud je v průhledném pouzdře) je vhodné ze zadu začernit (např. lihovým fixem) a umístit do neprůhledné trubičky, aby na ní mohlo dopadat pouze světlo zepředu. Je nutné také dodržet správnou polaritu připojení výstupu závory k čítači: katodu D1 připojit k špičce konektoru „jack“ kabelu od čítače a anodu D1 (uzel s R2 – viz obr. 6) připojit k „zemi“ čítače – kontaktu na konektoru, který je nejbližší plastovému pouzdru (prostřední kontakt konektoru je nezapojen). Pro napájení závory lze s výhodou opět použít střídavý zdroj napětí 9 V ~ dodávaný s čítačem.



*Obr 7: Přijímací část světelné závory*

Popsanou světelnou závoru lze využít například k pokusům z mechaniky, kdy svisle puštěným papírem necháme zakrýt světlo z kapesní svítilny dopadající na fotodiodu a ze změřené doby zakrytí a rozměru papíru pak můžeme určit jeho zrychlení.

## **Závěr**

Čítač impulzů GM01 ze soupravy GAMAbeta 2007 lze využít kromě pokusů z oblasti jaderné fyziky také k celé řadě dalších experimentů. Kromě zde popsaného měření frekvence síťového napětí či doby trvání krátkých dějů se nabízí jeho využití např. v akustice, kde je možno jednoduchým způsobem změřit a zobrazit pro celou třídu frekvenci napětí z tónového generátoru.

## **Literatura**

- [1] Švandelík, J.: Gamabeta, Popis a návod k použití, SET, Příbram (1998)
- [2] Žilavý P.: Pokusy se soupravou Gamabeta 2007, Didfyz 2008, sborník z konference, ed. by L. Zelenický, J. Ondruška, UKF Nitra (2009)
- [3] Havel V.: Demonstrační měření krátkých časových intervalů, In: Veletrh nápadů učitelů fyziky 2, sborník z konference (ed. Rauner, K), ZČU Plzeň (1997)

## Dopad mezinárodních projektů v oblasti počítačem podporované výuky fyziky

Erika Mechlová, Libor Koníček, Libuše Kubincová, Ostravská univerzita v Ostravě

### Úvod

Na vysokých školách vzdělávajících učitele fyziky jsou řešeny mezinárodní projekty zaměřené na oblast fyzikálního vzdělávání. V posledních deseti letech, kdy školy byly a jsou připraveny pro využití informačních technologií ve výuce, zaměřují se aktivity mezinárodních projektů na počítačem podporovanou výuku fyziky. Členové katedry fyziky přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity se uvedenou problematikou zabývají přes dvacet let a díky tomu jsou přizýváni ke spolupráci na mezinárodních projektech Leonardo da Vinci. Některé projekty jsou zaměřeny úzce na jednu fyzikální oblast, např. supravodivost, ale některé projekty, zejména projekty na počítačem podporované experimenty, jsou zaměřeny na celou přírodovědnou oblast vzdělávání.

Přímý dopad mezinárodních projektů v oblasti počítačem podporované výuky fyziky je především na studenty učitelství fyziky dané vysoké školy, která je do projektu začleněna. Další skupinou jsou spolupracující školy, které vyvíjené produkty ověřují a připomínkují. Dalším dopadem jsou referáty na konferencích zaměřených na vzdělávání ve fyzice. Ale to je málo, protože výsledky mezinárodních projektů mají často velmi široký záběr, věnují se nejen fyzice a je škoda, že není možno jejich výsledky rychle sdílet s celou učitelskou komunitou. Cílem našeho snažení v poslední době je připravit kurzy nejen pro učitele fyziky, ale i pro učitele dalších přírodovědných předmětů v rámci ESF projektů a tak dopad mezinárodních projektů rozšířit na více respondentů. Díky výsledkům a práci na mezinárodních projektech Leonardo da Vinci v dané oblasti jsme měli k dispozici know-how, které v rámci projektů ESF plně využíváme.

Z hlediska metodologie fyziky jsou součástí fyzikální vědy jednak teoretické výsledky, ale také metody, jimiž fyzika k daným výsledkům dospěla. V historii mezi hlavní metody patřil fyzikální experiment. Experiment je ve fyzikálním vzdělávání nezastupitelný i dnes a to zejména reálný experiment, v poslední době počítačem podporovaný reálný experiment.

Byla provedena analýza rámcových vzdělávacích programů z hlediska uplatnění ICT ve vzdělávání fyzice jako prostředku vzdělávání ve vazbě na klíčové kompetence žáka. Byl analyzován *Rámcový vzdělávací program základního vzdělávání* (2007), *Rámcový vzdělávací program gymnaziálního vzdělávání* (2007) a *Rámcový vzdělávací program odborného vzdělávání* (2007). Z analýzy vyplynuly problémy k řešení v oblasti přípravy učitelů fyziky v oblasti ICT, ale také navíc i učitelů přírodovědných předmětů, které spadají pod vzdělávací oblast Člověk a příroda tak, aby učitelé mohli ve vzdělávání fyzice i v dalších přírodovědných předmětech podporovat žáky v oblasti ICT při práci s daty, s programy a při počítačem podporovaných fyzikálních experimentech, ale i v dalších experimentech v přírodovědných předmětech, ať kvalitativních, či kvantitativních.

**V charakteristice vzdělávací oblasti Člověk a příroda** (RVP G, 2007) je uvedeno, že základní prioritou každé oblasti přírodovědného poznávání je odkrývat metodami vědeckého výzkumu zákonitosti, jimiž se řídí přírodní procesy.

Má-li být přírodovědné vzdělávání kvalitní a pro žáky prakticky využitelné, je zapotřebí, aby je orientovalo v první řadě k **hledání zákonitých souvislostí** mezi poznanými aspekty přírodních objektů či procesů, a nikoli jen k jejich pouhému zjištění, popisu nebo klasifikaci. **Hledání, objevování, poznání a využívání přírodních zákonitostí** se má ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda například v gymnáziu projevit v mnohem větší míře, než tomu bylo ve stejnojmenné oblasti na základní škole.

Přírodovědné disciplíny jsou si velmi blízké i v metodách a prostředcích, které používají ve své výzkumné činnosti. Používají totiž vždy souběžně **empirické prostředky** (tj. soustavné a objektivní pozorování, měření a experimenty) a **prostředky teoretické** (pojmy, hypotézy, modely a teorie). Každá z těchto složek je přítomná v procesu výzkumu nezastupitelná, vzájemně se ovlivňují a podporují. Žáci mají mít proto co nejvíce příležitostí postupně si osvojovat vybrané empirické (v první řadě laboratorní) i teoretické **metody přírodovědného výzkumu**, aktivně je spolu s přírodovědnými poznatky ve výuce využívat, uvědomovat si důležitost obou pro přírodovědné poznání, předně pak pro jeho objektivitu i pro řešení problémů, kterými se člověk při zkoumání přírody setkává.

Vzdělávání ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí tím, že vede žáka k:

## **Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4**

provádění soustavných a objektivních pozorování, měření a experimentů (především laboratorního rázu) podle vlastního či týmového plánu nebo projektu, zpracování a interpretaci získaných dat a hledání souvislostí mezi nimi

- používání adekvátních matematických a grafických prostředků k vyjadřování přírodních vztahů a zákonů
- spolupráci na plánech či projektech přírodovědného poznávání, poskytování dat či hypotéz získaných během výzkumu přírodních faktů
- předvídání průběhu studovaných přírodních procesů na základě znalosti obecných přírodních zákonů a specifických podmínek
- předvídání možných dopadů praktických aktivit lidí na přírodní prostředí
- ochraně životního prostředí, svého zdraví i zdraví ostatních lidí
- využívání různých přírodních objektů a procesů pro plnohodnotné naplňování svého života při současném respektování jejich ochrany.

V oblasti rozvíjení klíčových kompetencí ve vzdělávací oblasti má nezastupitelné místo experiment, kterým se budeme dále zabývat.

### **1 Experiment jako zdroj vědomostí o přírodě a ověřování hypotéz**

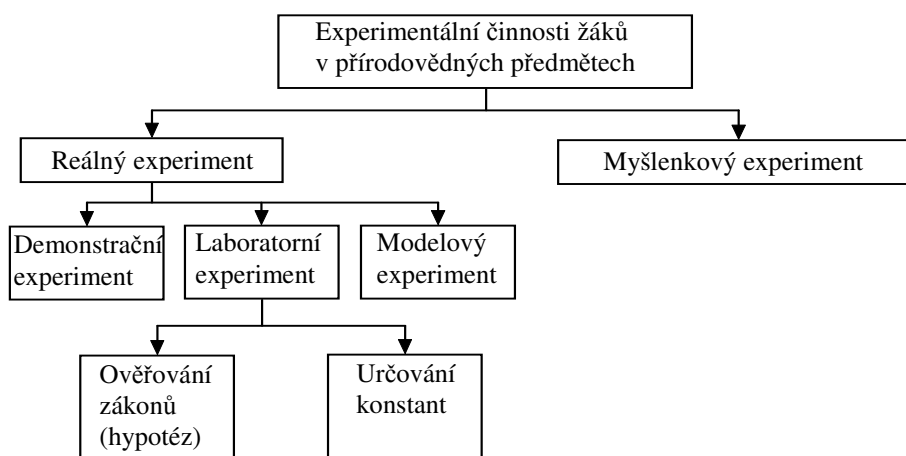
Neexistuje dnes didaktická koncepce vyučování libovolného přírodovědného předmětu, která by nepovažovala **přírodovědný experiment** za hlavní metodu vzdělávání žáků. Zřejmě od přijetí této ideje k její realizaci je cesta obtížná a dlouhá jak v teoretické rovině, tak v praktických rozhodnutích. Odkud se bere **idea přírodovědného experimentu** jako hlavní metody vzdělávání v těchto předmětech?

Prvním zdůvodněním je fáze filosofie: od živého nazírání k teorii a od teorie k praxi, která ověřuje a podněcuje k novým myšlenkám. Druhým zdůvodněním experimentální metody jako speciality přírodovědných předmětů je to, že současné vědy o přírodě vděčí za svůj rozvoj a úspěchy **empirickým metodám**. Současné přírodní vědy vyzvedly experiment až k úrovni metodologického principu: „Zeptej se samotné přírody, jaká je její struktura, jaké v ní probíhají procesy a jevy.“ Fyzik nebo chemik se ptá tak, že pozoruje, měří, bádá, vyvolává umělé procesy nebo jevy, zkrátka experimentuje s přírodou, v přírodě. Když je tomu tak v přírodních vědách, cožpak tomu může být jinak ve vyučovacích přírodovědných předmětech jinak? Když např. fyzikové získávají vědomosti o faktech tak, že zkoumají tato fakta, cožpak dítě může dospět k těmto vědomostem, aniž by mělo bezprostřední styk s přírodou a provádělo určité činnosti s objekty přírody? Druhé zdůvodnění má ještě jeden aspekt. Je jím **všeobecně vzdělávací hodnota výzkumných empirických metod**. Tyto metody učí hodnotit fakta, **zavádějí pojem pravdy** jako shody soudu se skutečností, učí objektivismu, svědomitosti, čestnosti a správnosti myšlení, čili jsou účinným nástrojem výchovy a nezajišťují pouze rozvoj intelektu. Třetí zdůvodnění je z oblasti **vývojové psychologie a pedagogiky**. Praktické metody a s nimi spojené didaktické strategie jsou nutným prvkem každého výchovně vzdělávacího procesu. Psychologie poznání a zapamatování obrací pozornost na důležitost manuálních, praktických činností žáka během učení. Vnitřní aktivita žáka zapojuje celý systém analyzátorů, intenzifikuje myšlenkové procesy při manipulaci s předměty. Fáze konkretizačních činností, kdy žáci v praxi používají získaných vědomostí ve formě teoretických modelů, musí vždy vystupovat ve výuce přírodovědných předmětů. Jedině tehdy, když žák se ocitne v konkrétní empirické situaci, je možno objektivně hodnotit, co ví, jak myslí, jak se rozhoduje. Z pedagogického hlediska nelze nic říci o intelektuální aktivitě žáka v přírodovědném vyučování, když jsme jej neviděli při experimentování, kdy pozoroval, měřil, organizoval experimentální činnosti, hodnotil průběh experimentu, aparaturu atd. A co navíc, z hlediska výchovy nic nemůže tak **emocionálně** spojit žáka s přírodovědným předmětem, motivovat jej pro učení, vzbudit jeho hluboký zájem, než **možnost aktivní výzkumné práce**. Když žákovi dáme přístroje, vytvoříme mu tím podmínky pro spontánní praktickou činnost, současně ho však mnohem účinněji vychováváme než slovy.

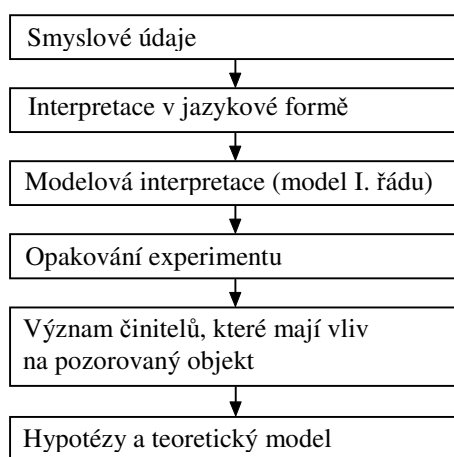
Jaká je klasifikace oblasti bezprostředních činností žáka, ono empirické experimentování s přírodou ve školních podmínkách? Jaké jsou články, prvky, druhy experimentů? Jedná se o pozorování, měření a experimenty. Pozorování a měření jsou obsažena v experimentech. Přičemž experimenty mohou být reálné (skutečné) a myšlenkové (ideální). Reálné experimenty jsou dvojího druhu: přirozené a modelové. Navíc ještě ve **školní praxi** se vyskytují demonstrační experimenty (demonstrování před žáky a pro žáky) a žákovské laboratorní experimenty (měření prováděná žáky). Na obr. 1 uvádíme hrubou typologii experimentálních činností žáků v přírodovědném vyučování.

Každý akt pozorování narušuje stav pozorovaného objektu a tím vnáší **neurčitost do informací o objektu**. Dále v určitém smyslu bezprostřední současné poznání funkce a struktury objektu je omezené, je zde určitá komplementárnost. Většinou při poznávání obojího současně dochází k nepřesnosti u jednoho nebo druhého. **Učení se dovednosti skutečného pozorování u žáka by mělo začít v počátcích vyučování danému předmětu** tak, aby v pozdějším čase, kdy se objeví složitější experimenty, kde bude probíhat měření, byly pozorovací činnosti nejen správné, ale naprosto zautomatizovány.

V počátcích vyučování danému přírodovědnému předmětu by se měl učitel **zaměřit na řízení žákova pozorování**, doporučovat žákovi, aby se zaměřil na určité charakteristiky nebo vlastnosti jevu, zadávat otázky, které rozvíjejí pozorovací procesy žáka, hodnotit společně se žáky dobré a špatné podmínky pozorování, hodnotit činitele, kteří ruší proces pozorování, cvičit specifické polohy žákova těla, orgánu (analyzátoru), trénovat dovednost podávat zprávu z průběhu pozorování, naučit provádět záznam empirických údajů. V uváděných úkolech učitele není metodických rozdílů mezi jednotlivými přírodovědnými předměty. Žák si musí co nejrychleji osvojit určité obecné schéma pozorovacích činností, při tom je lhostejno, zda v biologii, či ve fyzice. Toto schéma, viz obr. 2, společného postupu žáka i učitele při osvojování pozorovacích činností platí pro všechny přírodní vědy.



Obr. 1: Experimentální činnosti v přírodovědném vyučování.



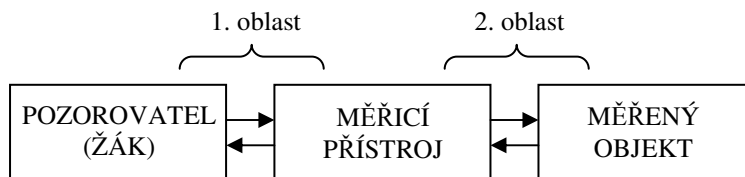
Obr. 2: Schéma společného postupu žáka a učitele při osvojování pozorovacích činností.

Empirické vědy směřují všeobecně ke **kvantitativním charakteristikám jevů, procesů a událostí**. Proto uvádějí mnoho kvantitativních charakteristik vnějšího světa, tzv. kvantitativních **veličin**, které jsou měřitelné. Odtud vyplývá, že měření, jako skupina činností, která určuje číselnou hodnotu určité charakteristiky, nebo číselnou korelaci mezi hodnotami dvou charakteristik, je obecnou složkou empirických výzkumů v těchto disciplínách. Ve školní praxi biologie, chemie a geografie používají měření řidčeji, než fyzika nebo astronomie. Svědčí o tradičním vyučování těchto předmětů a obavách z toho, že měření ve větším rozsahu povede k nežádoucí fyzikalizaci těchto vyučovacích předmětů, i když ve skutečnosti vede ke zpřesnění. Současný trend ve vědec-

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

kém výzkumu v přírodních vědách je intenzivní fyzikalizace v oblasti měřicích aparatur a technik měření, při čemž tento trend neznamená likvidaci jejich metodologické autonomie.

Všechny činnosti spojené s aktem měření vyvolávají vzájemné působení mezi pozorovatelem a měřicím přístrojem z jedné strany a měřicím přístrojem a měřeným objektem z druhé strany, viz obr. 3.



Obr. 3: Interakce mezi pozorovatelem, měřicím přístrojem a měřeným objektem.

Odtud také vyplývá **metodika vyučování dovednosti měření** zaměřená na žáka, která musí brát ohled na obě oblasti toku informací. **První oblast – žák a měřicí přístroj:** žák manipuluje měřicí aparaturou, odečítá hodnoty, sestavuje aparaturu, hodnotí její přesnost, připravuje aparaturu k měření, zajišťuje podmínky pro náležitou práci, učí se pravidlům experimentální práce (jak pracovat), předvídá nepřesnosti, hodnotí vliv vnějších činitelů, které ruší při odečítání a samotném měření. **Druhá oblast – měřicí přístroj a měřený objekt:** tato oblast má jiné technické a metodické problémy. Jedná se o přípravu měřeného objektu k měření, oddělení měřené charakteristiky od „pozadí“ ostatních charakteristik, idealizace podmínek měření, zajištění „prahových“ energetických hodnot podnětů atd. Jestliže ve skutečném měření zkoumáme korelace, potom musíme zajistit opakovatelnost jevů. A nakonec fáze po měření: problém hodnocení odchylek měření, hodnocení zdrojů těchto odchylek a dokonce matematické vypracování pravděpodobnosti těchto odchylek (ve fyzice).

**Myšlenkové experimenty** nebo **modelové** zahrnují v sobě hlavně **teoretické dovednosti:** dovednost logické analýzy, dovednost plánování reálného experimentu, dovednost analýzy ještě nevykonaného experimentu. Často toto vše probíhá na **modelech procesů a objektů** a zde potom vystupují **skutečná pozorování a skutečná měření.** Ve vyučování fyzice se používají myšlenkové experimenty, slavné Einsteinovy experimenty se zdvihy (výtahem) v kosmickém prostoru, a také modelové. Modelové experimenty stále častěji dnes vystupují v chemii, geografii a biologii. Jsou to experimenty s látkovými nebo znakovými modely. Navíc v současné době počítačová technika dovoluje rozvíjet metodiku modelového experimentu pomocí **simulování jevů a procesů.**

Jaká je současná situace (rok 2009) v experimentálních činnostech žáků u nás na základních školách a na středních školách? Školy nemají pomůcky pro žákovské experimenty, žáci nezískávají experimentální dovednosti, žáci nemají možnost rozvíjet uvedené klíčové kompetence v oblasti Člověk a příroda. Chtěli bychom poněkud změnit situaci v Moravskoslezském kraji tím, že využijeme výsledků mezinárodních projektů a rozšíříme jejich dopad formou ESF projektu.

## 2 Dopad mezinárodních projektů v oblasti počítačem podporované výuky

### 2.1 Mezinárodní projekty

Pracovníci přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity se podíleli na řešení mezinárodních projektů Leonardo da Vinci. Vyvinuté materiály ukončených projektů jsou volně přístupné na webu. Jedná se o software vyvinuté pro školní použití, komplexní podporu počítačem podporovaným experimentům, animace a simulace fyzikálních procesů včetně návodů pro práci žáků.

### ComLab “Computerised Laboratory in Science and Technology Teaching” (2001–2003)

Projekt zaměřen na využití ICT ve dvou typech laboratorního prostředí:

V rámci **reálné laboratoře** jsou prováděny počítačem podporovaná měření a zpracování naměřených dat se zaměřením na praktické experimentální činnosti v běžné třídě, použit notebook a měřicí systém se softwarem.

V rámci **virtuální laboratoře** jsou prováděny počítačové simulace velmi komplikovaných jevů nebo simulace jevů používajících velmi drahá zařízení.

Jsou připraveny materiály pro laboratorní činnosti žáků ve fyzice, chemii a biologii převážně pro střední školy. Materiály jsou dostupné na adrese [www.e-prolab.com](http://www.e-prolab.com).



## **ComLab 2 “Computerised Laboratory in Science and Technology Teaching 2” (2005–2008)**

Projekt je pokračováním projektu ComLab a integruje reálné a virtuální prostředí v běžné učebně přírodovědných předmětů a nově odborných předmětů. V projektu bylo vyvinuto levné elektronické zařízení (schémata na webu) a software pro školní využití. Materiály jsou dostupné na adrese [www.e-prolab.com](http://www.e-prolab.com).

## **SUPERCOMET 2 “SUPERCONductivity Multimedia Educational Tool Phase 2” (2004–2007)**

Multimediální interaktivní program Supravodivost, který obsahuje moduly:

- Magnetismus vodičů s proudem a permanentních magnetů
- Magnetismus cívek s proudem a dalších materiálů
- Elektromagnetická indukce
- Vedení elektrického proudu
- Úvod do supravodivosti
- Historie supravodivosti

Jednotlivé jazykové mutace jsou na adrese [www.supercomet.no](http://www.supercomet.no) včetně české. Při převedení programu do jiného systému, než ve kterém byl vytvářen, došlo v české verzi k nežádoucím změnám vzhledem k fontům písma.

## **MOSEM<sup>2</sup> “MODelling and data acquisition for continuing vocational training of upper secondary school physics teachers in pupil-active learning of Superconductivity and ElectroMagnetism based on Minds-On Simple ExperiMents” (2008–2010)**

Projekt integruje projekty SUPERCOMET a MOSEM. Hlavní zaměření projektu je na počítačem podporované experimenty. Informace o projektu v angličtině jsou na adrese [www.supercomet.no](http://www.supercomet.no).

## **2.2 Další vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů**

Na základě reálných výsledků mezinárodních projektů jsou v rámci Evropského sociálního fondu (ESF) připravovány a realizovány projekty v rámci Moravskoslezského kraje v rámci jednoho ze tří programů programového období 2007–2013, Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost. Tento operační program je z hlediska jeho cílů provázán s dalšími operačními programy, které se rovněž podílejí na naplňování cíle Lisabonské strategie, tj. posílení úlohy znalostní ekonomiky, stimulace růstu zaměstnanosti a konkurenceschopnosti členských států EU.

Navržený a realizovaný projekt „Další vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů“ registrační číslo CZ.1.07/1.3.05/11.0024 (2008–2011), je zaměřen na zvyšování kompetencí učitelů těchto předmětů formou dalšího vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů s důrazem na realizaci kurikulární reformy, využívání ICT ve výuce přírodovědných předmětů a environmentální vzdělávání včetně osvojení si aktivizačních metod a forem.

Projekty v České republice zaměřené na další vzdělávání učitelů fyziky a dalších přírodních věd většinou řeší pouze jednu stránku vzdělávání. Většinou se zaměřují na dovednosti práce s jedním produktem. Obvykle se nezaměřují na efektivní využití v kurzu naučeného v konkrétní výuce. Proto cílem při navrhování kurzu byla **komplexní příprava vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů**.

Cílem projektu je vytvoření vzdělávacích modulů pro další vzdělávání učitelů v oblasti nových metod a forem výuky a zvýšení kompetencí učitelů v oblasti výuky přírodovědných předmětů na ZŠ a SŠ s podporou ICT včetně počítačem podporovaných kvalitativních i kvantitativních experimentů. Projekt přinese zefektivnění práce učitelů ZŠ a SŠ v přírodovědných předmětech prostřednictvím začlenění nových metod a forem výuky včetně využívání vytvořené multimediální digitální knihovny objektů. Uvedená knihovna bude obsahovat multimediální objekty, přístupné všem učitelům MSK, které učitelé využijí pro zkvalitnění své výuky a následné zvýšení dovedností žáků. Partnery projektu jsou Metodické a evaluační centrum, o.p.s. a Wichterlovo gymnázium, Ostrava-Poruba. Cílovou skupinou jsou učitelé ZŠ a SŠ přírodovědných předmětů v Moravskoslezském kraji. Učitelé mají zájem provádět experimenty v přírodních vědách: fyzika, chemie, biologie, geografie – a tímto pomoci žákům usnadnit pochopení přírodních jevů. Nemají však učební pomůcky na současné úrovni vývoje techniky, někteří učitelé neznají nebo nemají osvojeny metody a formy práce s multimediálními vzdělávacími objekty a převážně neumějí tvořivě přistupovat k této oblasti tak, aby si mohli sami vytvořit metodiku práce s těmito pomůckami.

## ***Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4***

Učitelé přírodovědných oborů na ZŠ a SŠ jsou do projektu zapojeni v roli účastníků kurzů a zároveň jako tvůrci jednotlivých multimediálních vzdělávacích objektů včetně počítačem podporovaných experimentů. Tímto se podílejí na tvorbě multimediální digitální knihovny objektů, do které budou mít po skončení projektu přístup.

V rámci realizace projektu byly základní a střední školy v rámci Moravskoslezského kraje obeslány dotazníky pro učitele přírodovědných předmětů, zda využívají IT pomůcky ve výuce přírodovědných předmětů, zda by je využívat chtěli, které pomůcky využívají žáci a které by používat chtěli. Na základě zjištěných informací jsou navrhovány a vyvíjeny IT didaktické materiály včetně pomůcek, které jsou implementovány do výuky kurzů.

Dotazník byl rozdělen do tří částí. Část A dotazníku byla zaměřena na podporu klíčových kompetencí žáků materiálně didaktickými prostředky z oblasti informačních technologií. Část B dotazníku byla zaměřena na digitální multimediální vzdělávací objekty. Část C dotazníku je zaměřena na počítačem podporované experimenty. Přihláškou měly školy možnost projevit předběžný zájem svých učitelů fyziky, chemie, biologie a geografie o zapojení do dlouhodobého kurzu (rozsah 150 hodin). V rámci tohoto kurzu již je proškolenáno 35 učitelů přírodovědných předmětů základních a středních škol.

Předpokládáme, že učitelé, kteří absolvují dlouhodobý kurz, tvořený moduly A, B, C, D o 150 hodinách (69 prezenčních a 81 distančních) se stanou lektory a budou pracovat jako lektoři Ostravské univerzity ve vybraných modulech krátkodobých kurzů pro 200 účastníků, který bude již obsahovat pouze moduly A, B v celkovém rozsahu 70 hodin (A-40 hodin, B-30 hodin), došlo zde ke zkrácení distanční výuky v modulu B o 10 hodin.

V rámci kurzu budou učitelé pracovat na zakoupeném zařízení, které pak využijí pro tvorbu multimediálních vzdělávacích pomůcek. Multimediální vzdělávací pomůcky jsou pak zejména scénáře vyučovacích hodin, fotografie experimentů, multimediální klipy z vyučovacích hodin, návrhy hodnocení dovedností v přírodovědných předmětech, počítačem podporované experimenty aj.

Učitelé absolvováním kurzu získají:

- dovednosti provádět počítačem podporované experimenty a měření
- dovednosti vytvářet multimediální objekty
- dovednosti využívat multimediální objekty ve výuce
- možnost trvalého přístupu do databáze multimediálních objektů
- možnost lektorovat další běhy krátkodobých kurzů v této oblasti

Uvedený dlouhodobý kurz: Počítačem podporovaná výuka v přírodovědných předmětech obsahuje tyto moduly

Počítačem podporované experimenty v přírodovědných předmětech – 40 hodin (24 prezenčně, 16 distančně).

Tvorba a využití multimediálních vzdělávacích objektů ve výuce přírodovědných předmětů – 44 hodin (16 prezenčně, 28 distančně)

Optimalizace využití multimediálních vzdělávacích objektů ve výuce přírodovědných předmětů – 36 hodin (14 prezenčně, 22 distančně)

Hodnocení výukového procesu s využitím multimediálních vzdělávacích objektů ve výuce přírodovědných předmětů – 30 hodin (15 prezenčně, 15 distančně)

Vytvořené kurzy jsou vkládány do LMS Moodle, s nímž frekventanti kurzu začali pracovat již v modulu A. Kurzy tak budou k dispozici na internetu a zvýší se jejich dostupnost, současně bude zajištěna možnost komunikace mezi lektorem a jednotlivými účastníky kurzu a jednotlivými účastníky navzájem. Podmínkou úspěšného absolvování kurzu je **vytvoření vlastních multimediálních objektů a jejich použití ve školní praxi**.

Paralelně během dlouhodobého kurzu bude zřízena **multimediální digitální knihovna**, která bude mít dvě základní funkcionality: prohlížení témat a objektů a vyhledávání objektů. Knihovna bude respektovat mezinárodní standardy pro popis vzdělávacího objektu pomocí SCORM pro klasifikaci a třídění multimediálních vzdělávacích objektů. Knihovna je primárně určena pro materiály zaměřené na elektronické vzdělávání v přírodovědných předmětech. Obsahuje různé typy objektů, které jsou přístupné pouze v elektronické podobě (možno vytisknout). Do této knihovny budou správcem vkládány vytvořené objekty, které pak budou přístupné školám, které se projektu účastní a dalším, kterým to bude umožněno. Objekty budou v knihovně rozděleny do tematických celků podle RVP. Každý multimediální objekt bude specialisty z oblasti odborné a metodické oponován ještě před svým definitivním zařazením do digitální knihovny. Vzdělávací objekty mohou využívat učitelé při přípravě vyučovacích hodin a praktických cvičení.

## Závěr

Dopad mezinárodních projektů, ve kterých komunikace je převážně v angličtině, a výsledky projektů jsou na webu prezentovány většinou rovněž v angličtině, je poměrně malý. Přípravou a realizací projektu ESF „Další vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů“ (reg. CZ.1.07/1.3.05/11.0024) v letech 2008–2011 v Moravskoslezském kraji se daří zvýšit dopad mezinárodních projektů v oblasti přírodovědného vzdělávání na poměrně velké počty učitelů, tj. 35 v dlouhodobém kurzu a dalších asi 200 v krátkodobém kurzu. Předpokládáme, že účastníci kurzů budou zdroji informací i pro ostatní učitele přírodovědných předmětů. Tím se podaří zvýšit kompetence učitelů přírodovědných předmětů formou dalšího vzdělávání učitelů s důrazem na realizaci kurikulární reformy, využívání ICT ve výuce přírodovědných předmětů a environmentální vzdělávání včetně osvojení si aktivizačních metod a forem výuky.

Za obecné cíle pro učitele přírodovědných předmětů v rámci kurzu pokládáme:

- získání filozofického nadhledu při využívání libovolného produktu ICT
- získání zkušeností s využitím ICT ve výuce včetně aktivizujících metod a forem výuky
- kritický přístup k využívání ICT ve výuce
- efektivní využívání ICT a hlavně
- přípravu aktivit pro žáky.

Kurz plně podporuje kurikulární reformu, zajišťuje spolupráci učitelů přírodovědných předmětů a tím bourá hranice mezi jednotlivými předměty. Dále zajišťuje spolupráci učitelů přírodovědných předmětů základních a středních škol a tím bourá hranice mezi jednotlivými stupni přírodovědného vzdělávání.

## Literatura

- [1] BAUEROVÁ, D. Learning 2.0 and the Paradigm of Education, In *5<sup>th</sup> International Conference on Emerging e-learning Technologies and Applications, ICETA 2007*, Conference Proceedings, The High Tatras, Slovakia, September 6-8, 2007, ISBN 978-80-8086-061-5, pp. 11–18.
- [2] BELTZ, H., SIEGRIEST, M. *Klíčové kompetence a jejich rozvíjení*. Praha: Portál, 2001.
- [3] Bílek, M., aj. *Výuka chemie s počítačem*. Hradec Králové: Gaudeamus, 1997. 134 s. ISBN 80-7041-769-2.
- [4] HOLEC, S. The importance of the role of computers in school science experiments. In *Science teacher training 2000*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, Fakulta přírodních vied, 1998, s. 152–158.
- [5] HOLEC, S., MURÍN, M., RAGANOVÁ, J. Modelové a reálne experimenty podporované počítačom. In *Fyzikálne vzdelávanie dnes a po roku 2000: zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie*. Prešov: 18. - 21. január 1998. Prešov: FHPV PU, Projekt Phare -Tempus SJEP-09272-95, 1998, s. 79–82.
- [6] JEŠKOVÁ, Z. Computer-Based Laboratory in Physics Teaching. In *Information and Communication Technology in Education*. 31-08-2004-2-09-2004 Rožnov pod Radhoštěm. Ostrava : Ostravská univerzita, 2004. ISBN 80-7042-993-3.
- [7] KONÍČEK, L., MECHLOVÁ, E., SMYČEK, P. K výzkumu efektivnosti vyučování fyzice s podporou počítačů z hlediska klíčových kompetencí. In *Zborník referátov zo 14. medzinárodnej konferencie DID-FYZ 2004*. Ráčkova dolina: FPV UKF Nitra, 2004. s. 29–33. ISBN 80-8050-810-0.
- [8] MECHLOVÁ, E., KALNICKÝ, J., MALČÍK, M., A, D. *Kvalita školy. Vlastní hodnocení školy – soubor ukazatelů*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2007. 36 s. ISBN 978-80-7368-395-5.
- [9] MECHLOVÁ, E., KONÍČEK, L. Evaluation of Superconductivity Program. In *Informal learning and public understanding of physics*. Ljubljana: University of Ljubljana, 2005. s. 412–417. ISBN 961-6619-00-4.
- [10] MECHLOVÁ, E., KONÍČEK, L. Pohled na sdílitelné vzdělávací objekty z hlediska tvůrce vzdělávacího programu. In *Sborník 2. ročníku konference o elektronické podpoře výuky SCO2005*. Brno : Masarykova univerzita, 2005. s. 85–89. ISBN 80-210-3699-0.
- [11] MECHLOVÁ, E., MALČÍK, M. TENDENCIES OF ICT APPLICATIONS IN EDUCATION. In *Information and Communication Technology in Education*. Ostrava: Ostravská univerzita, 2006. s. 32–42. ISBN 80-7368-199-4.

#### ***Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4***

- [12] MECHLOVÁ, E., KONÍČEK, L., SMYČEK, P. Klíčové kompetence učitele fyziky v oblasti ICT ve vyučování. In *Kompetence a standardy ve fyzikálním vzdělávání učitele a žáka*. 2004-09-16-2004-09-17 Olomouc. Olomouc : Univerzita Palackého, 2004. s. 69–77. ISBN 80-244-0922-4.
- [13] *Rámcový vzdělávací program gymnaziálního vzdělávání*. Praha: VÚP, 2007.
- [14] *Rámcový vzdělávací program základního vzdělávání*. Praha: VÚP, 2007.
- [15] *Rámcový vzdělávací program odborného vzdělávání*. Praha: NÚOV, 2007.
- [16] ROGERS, L. Does ICT in science really work in the classroom. In MICHELINI, M. *Quality Development in Teacher Education and Training*. Udine: FORUM, 2004. ISBN 88-8420-225-6.
- [17] VEŘMIŘOVSKÝ J., VRKOČOVÁ, M. *Praktické zkušenosti s diagnostikou klíčových kompetencí vzdělávací oblasti Člověk a příroda*, Current Trends in Chemical Curricula, PĚF UK, 2008, 97–102 s.
- [18] ZELENIČKÝ, Lubomír. Moderná experimentálna činnosť žiakov. In: Vybrané problémy z didaktiky prírodovedných predmetov. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Projekt Tempus 09272-95, 1999, s. 37–74. ISBN 80-8055-151-0.
- [19] [www.e-prolab.com](http://www.e-prolab.com)
- [20] [www.supercomet.no](http://www.supercomet.no)

## Několik neradostných zkušeností z výsledků fyzikálních testů

Milan Rojko, katedra obecné fyziky, Fakulta pedagogická, ZČU v Plzni

Letos jsem již 12. rok spolupracoval na tvorbě návrhů úloh fyzikálních testů pro SCIO s.r.o. pro Národní srovnávací zkoušky, výstupní testy ZŠ, testy pro různé fáze výuky fyziky na gymnáziu a přijímací zkoušky pro některé vysoké školy. Přes tuto různorodost zaměření úloh mohu na základě zkušeností z výsledků pretestů i vlastních testů tvrdit, že se v jejich řešení téměř bez zásadních rozdílů objevují shodné chyby. V tomto referátu bych na některé chtěl upozornit, abychom se společně pokusili tyto mezery minimalizovat.

V úvodu ještě věcná poznámka k úlohám, kde uvádím procentuelní zastoupení výběru u všech nabídnutých odpovědí. Součet většinou nečiní 100%, rozdíl připadá na respondenty kteří úlohu vynechali nebo nečetli.

V první části svého příspěvku si všimnu několika úloh určených pro absolventy středních škol.

- Který z výsledků měření délek je nepřesnější? (Relativní chyba je nejmenší.)

- (A)  $a = (5,00 \pm 0,01)$  m (15 % odpovědí)  
 (B)  $a = (5,00 \pm 0,01)$  cm (10 % odpovědí)  
 (C)  $a = (5,00 \pm 0,01)$  mm (30 % odpovědí)  
 (D) **všechna tři měření jsou stejně přesná** (tuto správnou odpověď zvolilo 20 % respondentů)

Úspěšnost této a obdobných úloh se pohybuje kolem 20 %. To ukazuje, že problematika přesnosti resp. chyb měření je podceňována přesto, že jde o problematiku, která daleko překračuje hranice fyziky.

- Která z jednotek veličin (A), (B), (C), (D) je základní jednotkou soustavy SI?

- (A) jednotka elektrického napětí (10 % odpovědí)  
 (B) **jednotka elektrického proudu** (tuto správnou odpověď zvolilo 30 % respondentů)  
 (C) jednotka síly (30 % odpovědí)  
 (D) jednotka objemu (20 % odpovědí)

Úspěšnost v řešení dané úlohy a obdobných úloh na znalost základních jednotek soustavy SI se pohybuje od 10 % do 30 %. Jde o čistě věcnou znalost, přesto stojí tak nízká úspěšnost za zvážení jak výsledky zlepšit. (V obdobné úloze na výběr veličiny která není základní jednotkou SI vybralo 30 % jednotku látkového množství a stejné procento jednotku termodynamické teploty, správnou nabídku, jednotku elektrického napětí zvolilo jen 10 % účastníků).

Další dvojice úloh ukazuje známou skutečnost, že kinetickou energii žáci ve velké většině řadí mezi vektorové veličiny.

- Která z níže uvedených veličin je vektorová (je určena velikostí, směrem a orientací)?

- (A) **magnetická indukce** (20 % odpovědí)  
 (B) kinetická energie (60 % odpovědí)  
 (C) tlak (15 % odpovědí)  
 (D) hmotnost (15 % odpovědí)

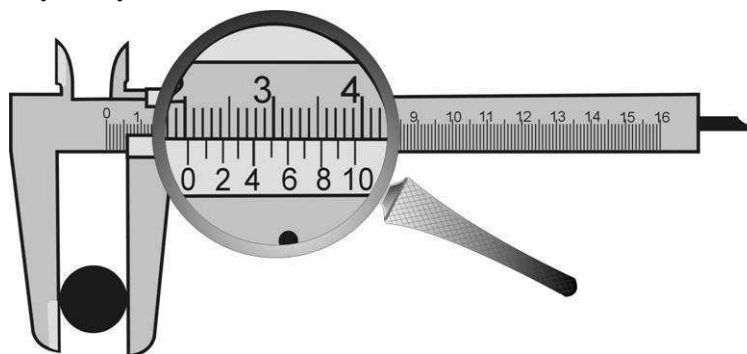
- Která z níže uvedených veličin je skalární (je určena jen svou velikostí, nemá směr a orientaci)?

- (A) magnetická indukce (15 % odpovědí)  
 (B) **kinetická energie** (20 % odpovědí)  
 (C) intenzita elektrického pole (25 % odpovědí)  
 (D) síla (35 % odpovědí)

Ani úlohy na měření nemají příliš optimistické výsledky.

- Jaký je průměr válečku měřený posuvkou na obrázku?

- (A) 21,6 mm (5 %)  
 (B) **20,3 mm (40 %)**  
 (C) 21,6 mm (6 %)  
 (D) 23,0 mm (2 %)



## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

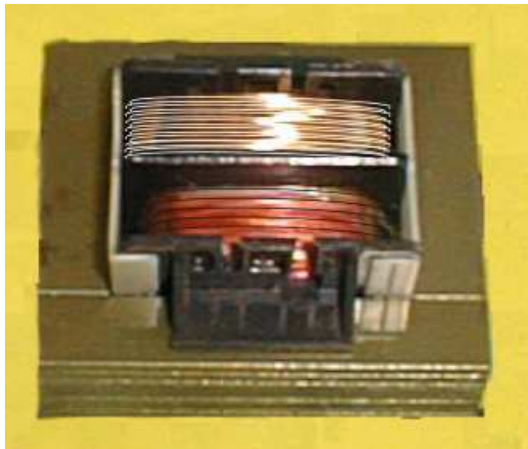
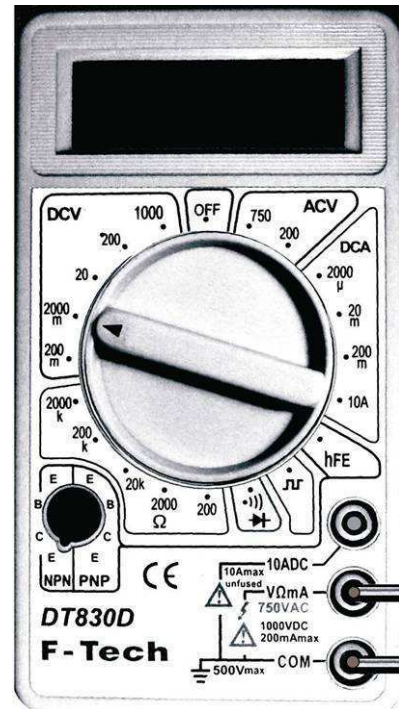
- Jaký čas ukazují desetinné stopky na obrázku?



- (A) 10 minut 28 sekund (5 %)
- (B) 10 minut 21 sekund 3 desetiny sekundy (25 %)
- (C) **10 minut 21 sekund 6 desetin sekundy (40 %)**
- (D) 10 minut 21 sekund 8 desetin sekundy (10 %)

- Na jaké měření a na jaký rozsah je připraven volič rozsahu a přívodní vodiče multimetru?

- (A) stejnosměrné napětí do 2 000 V (10 %)
- (B) stejnosměrný proud do 10 A (5 %)
- (C) střídavé napětí do 2 000 V (15 %)
- (D) **stejnosměrné napětí do 2 V (30 %)**



Výsledky dalších tří úloh budí podezření, že se někteří žáci s reálnými součástkami nesetkali.

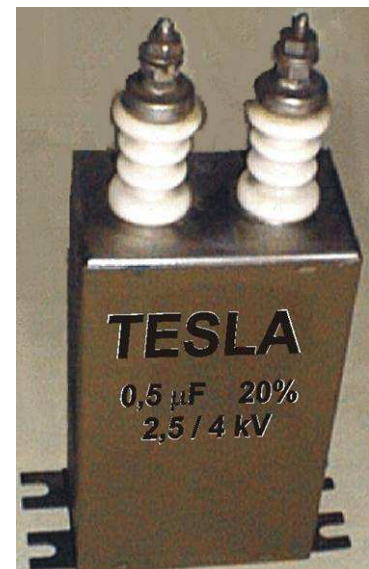
- Jak se nazývají součástky na obrázku?

- (A) **transformátor (30 %)**
- (B) dělič napětí (20 %)
- (C) reostat (20 %)
- (D) kondenzátor (10 %)

- (A) **reostat (25 %)**
- (B) transformátor (15 %)
- (C) cívka (35 %)
- (D) kondenzátor (8 %)



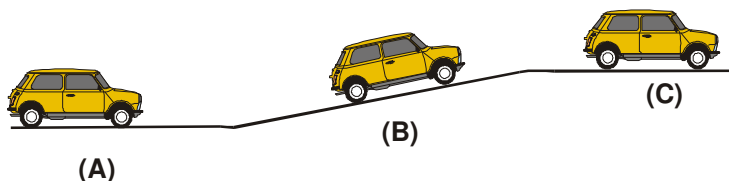
- (A) transformátor (35 %)
- (B) **kondenzátor (20 %)**
- (C) rezistor (15 %)
- (D) dělič napětí (8 %)



V další části se seznámíme s výsledky několika úloh na použití Newtonových pohybových zákonů.

Sir I. Newton by asi neměl velkou radost ze skutečnosti, že ještě 400 let po jeho objevu zákona setrvačnosti zůstávají i studenti po výuce fyziky u představy „Když pohyb – tak síla způsobující pohyb“. Potvrzují to testy na aplikaci zákona setrvačnosti prováděné na celém světě u studentů všech úrovní a věků. Přesto nesmíme rezignovat a měli bychom se pokusit u svých studentů posunout chápání dynamiky pohybu do 17. století. Že se to zatím příliš nedaří ukazují výsledky úloh níže uvedeného typu.

- Automobil jede rovnoměrně po trajektorii jak ukazuje obrázek. Na kterém z míst (A), (B), (C) je celková síla působící na automobil nulová?

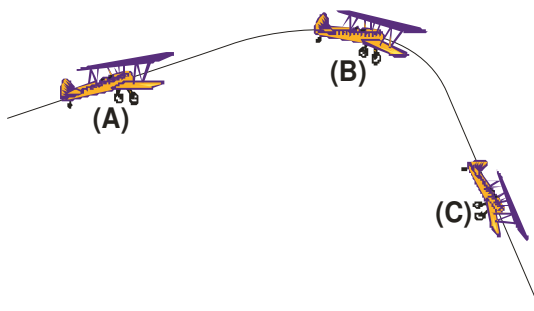


(D) Výslednice sil je nulová ve všech třech místech

I u žáků, kteří dokáží správně formulovat zákon setrvačnosti, se velmi často setkáváme s tím, že při řešení konkrétních problémových úloh zapominají na podmínku přímočarosti pohybu, která podmiňuje nulovou výslednici působících sil.

- Letadlo letí rovnoměrně po trajektorii, kterou tvoří dva přímočaré úseky spojené obloukem jak ukazuje obrázek. Ve kterém z míst (A), (B), (C) je celková síla působící na letadlo nenulová? Pokud soudíte, že je výslednice sil je nulová ve všech třech místech, volte (D).

(B) 20%



- Parašutista padá rovnoměrně svisle k zemi. Přitom tíhová síla na něj a na padák působící má velikost  $G = 1000 \text{ N}$ . Jaká je velikost výslednice  $F$  všech ostatních sil, které na něj působí?



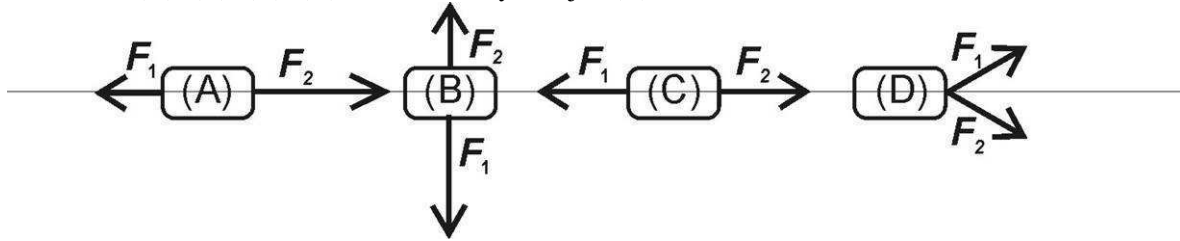
- (A)  $F \approx 0 \text{ N}$  (5 %)
- (B)  $F \approx 10 \text{ N}$  (35 %)
- (C)  $F \approx 100 \text{ N}$  (5 %)
- (D)  $F \approx 1000 \text{ N}$  (30 %)

- Vyberte správné tvrzení. Proč se cyklista na rozjetém kole začne bez šlapání i na vodorovné vozovce zastavovat?

- (A) protože výsledná síla na něj působící bude mířit vzad (5 %)
- (B) protože se síly na něj působící vyruší (20 %)
- (C) protože výsledná síla na něj působící vpřed bude malá (30 %)
- (D) protože ve vodorovném směru na něj už žádná síla nepůsobí (35 %)

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

- Na těleso, které se pohybuje stálou rychlostí po přímce, působí 2 síly  $F_1$  a  $F_2$ . Který ze schematických obrázků (A), (B), (C), (D) tuto situaci vystihuje? (C) 20 %



Mí studenti s úsměvem vzpomínají na mou metodu, kterou jsem se snažil a dodnes snažím doslova vtlouci Newtonův zákon síly alespoň v primitivní formě do paměti svých žáků na vysoké a dnes i na střední škole. Po celý měsíc „probírání“ Newtonových pohybových zákonů se na začátku vyučovací hodiny skandovaně zdravíme „když síla – tak zrychlení“. Výsledky nejsou sice oslnivé, ale potěší. Zdraví mě tak totiž současní a bývalí žáci i na ulici.

Překvapivě nízká procenta správných odpovědí jsou i u úloh zaměřených na Newtonův zákon akce a reakce.

- Fotbalista kope do míče určitou silou. Co je reakční silou k této síle?

- |   |        |
|---|--------|
| (A) síla kterou působí míč na nohu fotbalisty | (20 %) |
| (B) kinetická energie kterou míč získá        | (30 %) |
| (C) rychlost kterou míč získá                 | (20 %) |
| (D) deformace míče                            | (20 %) |



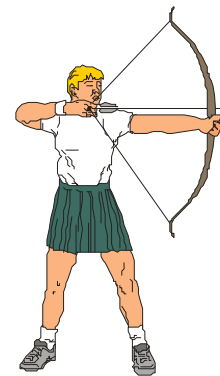
- Na chlapce sedícího na míči působí Země svou gravitační přitažlivou silou. Co je podle zákona akce a reakce k této síle?



- |   |        |
|---|--------|
| (A) síla, kterou míč tlačí na chlapce                         | (20 %) |
| (B) síla, kterou vzduch v míči tlačí obal míče                | (20 %) |
| (C) přitažlivá gravitační síla, kterou chlapec působí na Zemi | (20 %) |
| (D) síla, kterou na míč tlačí podlaha                         | (25 %) |

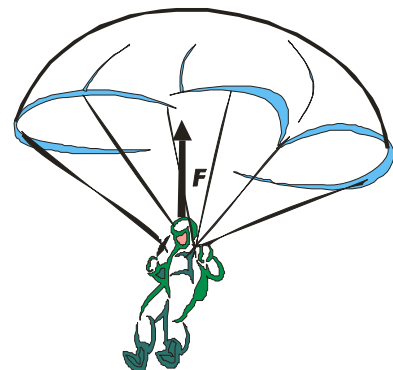
- Lukostřelkyně napíná svou silou tětivu luku. Co je reakcí k této síle?

- |  |        |
|--|--------|
| (A) síla, kterou na tětivu působí prohnutý luk       | (15 %) |
| (B) síla, kterou na tětiva tlačí na šíp.             | (40 %) |
| (C) síla, kterou šíp tlačí na tětivu.                | (20 %) |
| (D) síla, kterou tětiva tlačí na prsty lukostřelkyně | (5 %)  |



- Na výsadkáře snášejíciho se k zemi působí padák brzdící silou  $F$ . Co je silou reakce k této síle?

- |  |        |
|--|--------|
| (A) odpor vzduchu                        | (60 %) |
| (B) gravitační síla Země                 | (20 %) |
| (C) zpomalený pohyb výsadkáře            | (5 %)  |
| (D) síla kterou působí výsadkář na padák | (5 %)  |



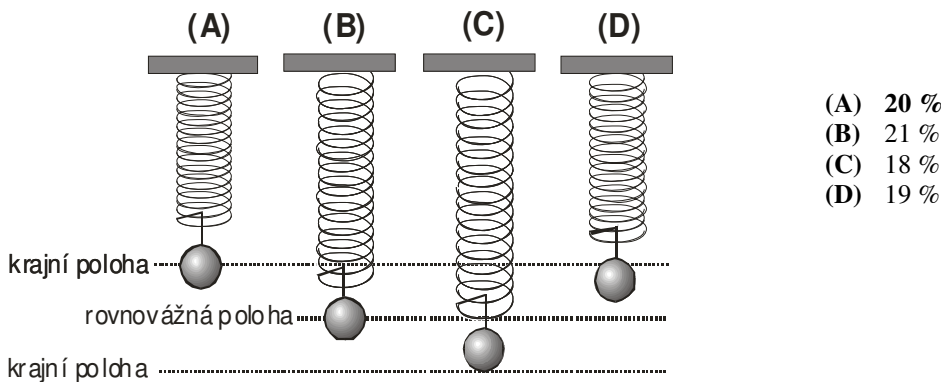


K problematice zákona akce a reakce se přiznám k terminologické drzosti, které se dopouštím při výuce dynamiky s perspektivním pohledem k zákonu akce a reakce. Při zavádění veličiny síla žákům zdůrazňuji, že termín síla v sobě vždy zahrnuje interakci. Interagující objekty v první fázi výuky odlišujeme slovy „pachatel“ – tj. objekt působící a slovem „oběť“ na kterou pachatel působí. Například tvrzení, že na míč působí síla, pak pro žáky znamená jen to, že zatajujeme o jakého pachatele jde. Tím žáky vedu k tomu, aby pod slovy o působení síly měli vždy reálné obrazové představy „pachatele“ a nemohli pod pojmem síla mít věčné vakuum. Pokud žáci slovo síla použijí, vždy se ptám na „pachatele“. (Se setrvačnými silami se mí žáci nesetkávají.)

Zákon akce a reakce pak většinou žáci formulují: „Působí-li těleso A na těleso B určitou silou (síla akce), působí těleso B na těleso A silou stejné velikosti ale opačného směru (síla reakce)“. Neméně důležité je zdůrazňovat, že síla akce i reakce jsou vždy síly stejné fyzikální podstaty. Je-li síla akce gravitační síla, je i síla reakce gravitační silou, obdobně mohou být obě síly elektrostatické, magnetické apod.

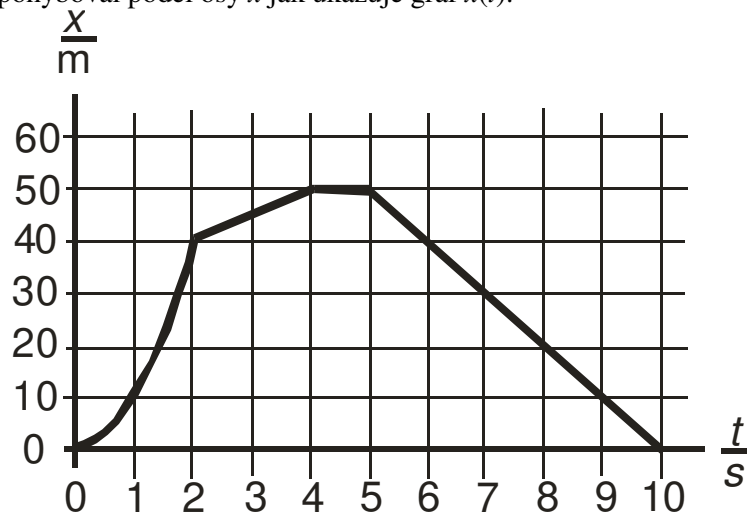
Vztah síly a zrychlení usnadňuje řešení problémových úloh na velikost zrychlení.

- Ve které z vyobrazených fází (A), (B), (C), (D) má zrychlení kuličky pružinového kyvadla největší velikost.



Čtení grafů se ve srovnání s minulostí zlepšilo. Souborné výsledky šestice následujících úloh přesto nejsou oslnivé:

- Hmotný bod se pohyboval podél osy  $x$  jak ukazuje graf  $x(t)$ .

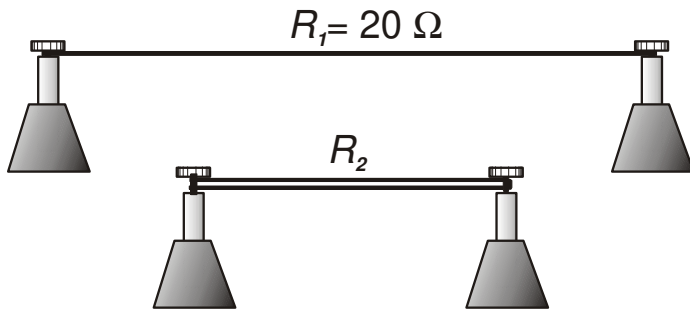


- Ve kterém z časových úseků se hmotný bod pohyboval zrychleně? (45 %)
- Ve kterém z časových úseků se hmotný bod nepohyboval? (80 %)
- Ve kterém z časových úseků se hmotný bod pohyboval rychlostí  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ? (50 %)
- Jak velká byla průměrná rychlost  $v_p$  během celého pohybu? (bez ohledu na směr pohybu) (20 %)
- S jak velkým zrychlením a se bod pohyboval, když rostla jeho rychlost? (15 %)
- V jaké vzdálenosti od startu byl bod v čase  $t = 10 \text{ s}$ ? (30 %)

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

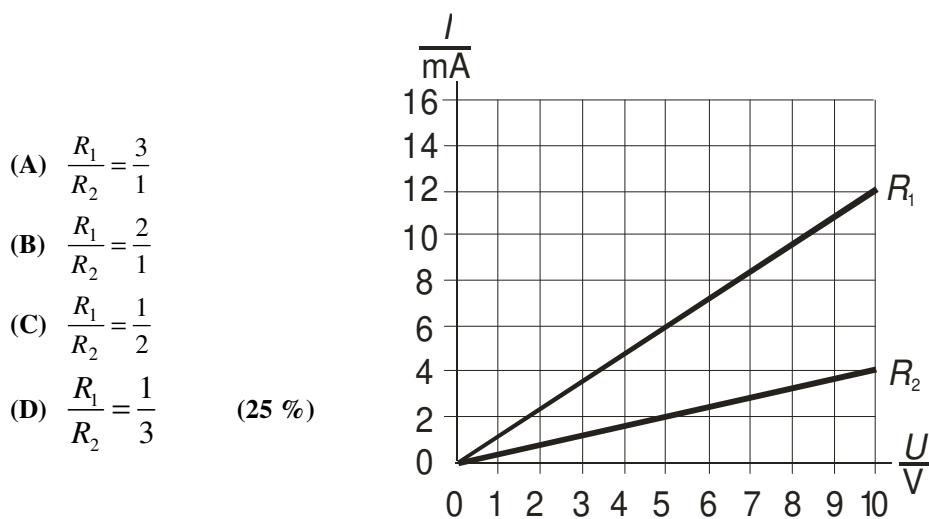
Nakonec ještě několik úloh z elektřiny.

- Mezi dvojicí svorek byl napnut odporový drát, který měl odpor  $R_1 = 20 \Omega$ . Jaký byl odpor  $R_2$  v případě, že mezi svorky byl tento drát připojen přehnutý na polovinu, jak ukazuje obrázek?



- (A)  $R_2 = 40 \Omega$  (20 %)
- (B)  $R_2 = 20 \Omega$  (4 %)
- (C)  $R_2 = 10 \Omega$  (35 %)
- (D)  $R_2 = 5 \Omega$  (20 %)

- Graf popisuje závislosti proudu na napětí  $I(U)$  pro dva rezistory. V jakém poměru  $\frac{R_1}{R_2}$  jsou jejich odpory?



- (A)  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{3}{1}$
- (B)  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{2}{1}$
- (C)  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{2}$
- (D)  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{3}$  (25 %)

- Transformací elektrického napětí transformátorem rozumíme ...

- (A) změnu střídavého elektrického napětí na stejnosměrné napětí (30 %)
- (B) změnu stejnosměrného elektrického napětí na střídavé napětí (15 %)
- (C) **změnu střídavého elektrického napětí na střídavé napětí jiné velikosti** (17 %)
- (D) změnu střídavého elektrického napětí na střídavý elektrický proud (17 %)

- K ploché baterii o napětí 4,5 V byly postupně připojeny tři kondenzátory o kapacitách  $C_A = 4 \text{ mF}$ ,  $C_B = 4 \mu\text{F}$ ,  $C_C = 4 \text{ pF}$ . Ve kterém případě se proud v obvodu (baterie s kondenzátorem) ustálil na největší hodnotě?

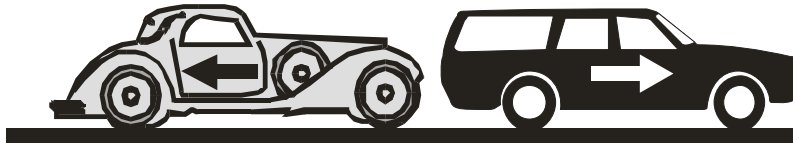
- (A) při připojení kondenzátoru o kapacitě  $C_A = 4 \text{ mF}$  (10 %)
- (B) při připojení kondenzátoru o kapacitě  $C_B = 4 \mu\text{F}$  (12 %)
- (C) při připojení kondenzátoru o kapacitě  $C_C = 4 \text{ pF}$  (12 %)
- (D) **Ve všech třech případech se proud ustálil na stejné hodnotě, na nule.** (25 %)

- Které z uvedených vlnění (A), (B), (C), (D) není elektromagnetické?

- (A) záření gama (18 %)
- (B) infračervené záření (47 %)
- (C) **ultrazvuk** (20 %)
- (D) rentgenové záření (10 %)

Pro srovnání ještě několik úloh pro absolventy základní školy.

- Dva automobily jedou po přímé vodorovné dráze stálou rychlostí. Černé auto jede vpřed, světlé auto couvá vzad, jak naznačují šipky. Vyberte správné tvrzení o výslednici všech sil, která na auta působí.



- (A) Výslednice sil u černého auta míří vpřed u světlého auta vzad.
- (B) Výslednice sil u obou aut míří svisle vzhůru proti gravitaci.
- (C) Výslednice sil u obou aut míří svisle dolů ve směru gravitace.
- (D) Výslednice sil u obou aut jsou nulové.

(22 %)

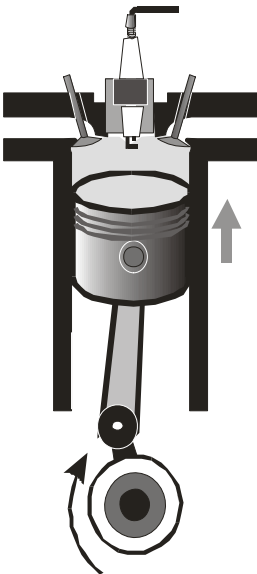
- Jakou hmotnost má dvojice závaží zavěšená na siloměru?

- (A)  $m = 10 \text{ kg}$
- (B)  $m = 7 \text{ kg}$
- (C)  $m = 700 \text{ g}$
- (D)  $m = 70 \text{ g}$

(31 %)



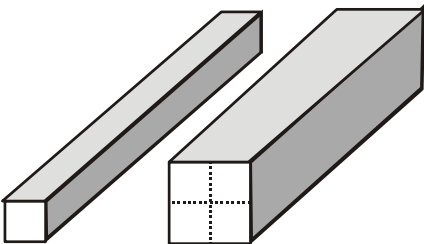
- Vyberte správné tvrzení. Spalovací motor na obrázku je ...



- (A) zážehový čtyřdobý motor při stlačování směsi
- (B) vznětový čtyřdobý motor při stlačování směsi
- (C) zážehový čtyřdobý motor při rozpínání vzniklého plynu
- (D) zážehový dvoudobý motor při rozpínání vzniklého plynu

(20 %)

- Jak se změní elektrický odpor kovové tyčinky, jestliže se její tloušťka zvětší na dvojnásobek?

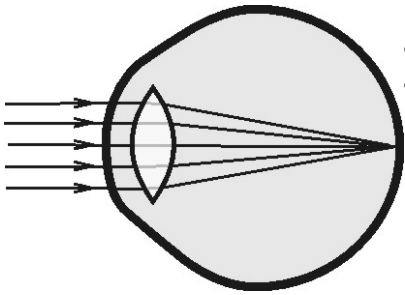


- (A) Odpor tyčinky se zčtyřnásobí.
- (B) Odpor tyčinky se zdvojnásobí.
- (C) Odpor tyčinky se zmenší na polovinu.
- (D) Odpor tyčinky se zmenší na čtvrtinu.

(19 %)

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

- Odhadněte ohniskovou vzdálenost  $f$  optické soustavy, kterou je běžné lidské oko.



Ohnisková vzdálenost  $f$  je přibližně ...

- (A) - 2 cm
  - (B) + 2 cm
  - (C) - 25 cm
  - (D) + 25 cm
- (32 %)

- Vyberte správné tvrzení.

Zdrojem energie slunečního záření je ...

- (A) štěpení jader helia na jádra vodíku
  - (B) spalování (oxidace) vodíku
  - (C) **jaderná syntéza vodíkových jader na helium**
  - (D) spalování (oxidace) helia
- (27 %)

- Vyberte správné tvrzení.

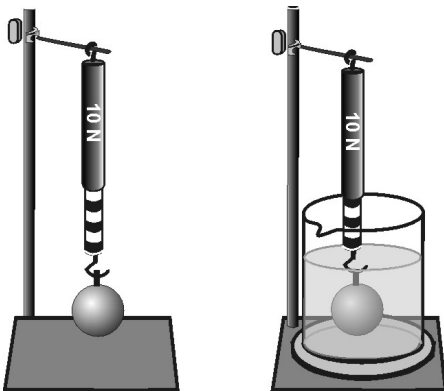
Proč se cyklista na rozjetém kole začne bez šlapání i na vodorovné vozovce zastavovat?

- (A) protože se síly na něj působící vyruší
  - (B) protože výsledná síla na něj působící vpřed bude malá
  - (C) **protože výsledná síla na něj působící bude mířit vzad**
  - (D) protože ve vodorovném směru na něj už žádná síla nepůsobí
- (14 %)

- Na výsadkáře snášejícího se k zemi působí padák brzdící silou. Co je reakční silou k této síle?

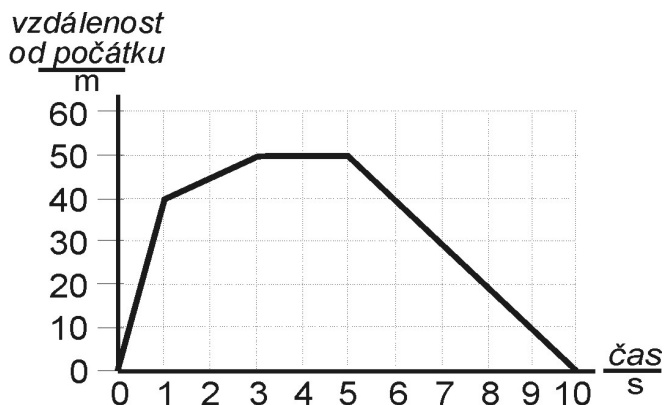
- (A) odpor vzduchu
  - (B) gravitační síla Země
  - (C) zpomalený pohyb výsadkáře
  - (D) **síla kterou působí výsadkář na padák**
- (7 %) stejně SŠ

- Siloměr se zavěšenou koulí ukazuje sílu 6 N. Po ponoření koule do vody ukazuje siloměr 5 N. Jaký je objem koule?



- (A) 1 litr
  - (B) 10 mililitrů
  - (C) 10 cm<sup>3</sup>
  - (D) **0,1 litru**
- (21 %)

- Hmotný bod se pohyboval podél osy  $x$ .  
Graf ukazuje, jak se měnila jeho vzdálenost od počátku v závislosti na čase.



- |  |        |
|--|--------|
| Ve kterém z uvedených časových úseků byla rychlost bodu největší?  | (48 %) |
| Ve kterém z uvedených časových okamžiků bod stál?                  | (74 %) |
| Ve kterém z uvedených okamžiků se začal bod vracet k počátku?      | (79 %) |
| Ve kterém z uvedených okamžiků byl bod nejvíce vzdálen od počátku? | (61 %) |
| Jaká byla průměrná rychlost bodu mezi časem $t = 0$ s a $t = 4$ s? | (42 %) |

Výsledky úloh tohoto typu jsou u absolventů ZŠ a SŠ v průměru souměřitelné.

Individuální zájemci i školy, které chtějí prověřit své výsledky ve výuce fyziky (i v dalších předmětech) a získat současně údaje ke srovnání své úrovně znalostí a intelektuálních operačních dovedností s vrstevníky z ostatních škol, mohou o srovnávacích testech různého zaměření získat informace na webových stránkách [www.scio.cz](http://www.scio.cz). Testy SCIA jsou profesionálně nejen vytvářeny, ale i spolehlivě SCIEM vyhodnocovány. Výsledky, které nám poskytnou, nám dají relativně objektivní obraz o úspěšnosti výuky.

Pozn. Ukázky úloh a údaje o úspěšnosti jsou použity s laskavým svolením SCIO s.r.o.

## Evropský projekt EuSTD-web jako příklad výukové aplikace internetu

*Josef Trna, katedra fyziky, PdF, MU, Brno*

### 1 Úvod

Moderní informační a komunikační technologie (ICT) jsou dnes již integrální součástí formálního i neformálního vzdělávání. Úkolem didaktiky fyziky je objevit přínosy a omezit rizika aplikací ICT především ve školní výuce. Vznikla tak nová a poměrně rozsáhlá oblast fyzikálně-didaktického výzkumu. Je třeba odpovědět na řadu výzkumných otázek, např. ve vztahu ke školním experimentům:

*Jaké výhody a rizika přináší aplikace videozáznamů a animací experimentů do výuky fyziky?*

*Jak efektivně kombinovat reálné experimenty s jejich videozáznamy a animacemi?*

*Jaké videozáznamy a animace experimentů jsou vhodné do jednotlivých fází výuky fyziky?*

Významným problémem je osvojování pedagogické dovednosti učitele fyziky vytvářet videozáznamy objektů a jevů a zpracovávat je pro využití ve výuce. Tyto a další prvky systému pedagogických dovedností učitelů fyziky by měly být zaváděny do jejich pregraduální a postgraduální přípravy. Závažným úkolem je i inovace technologie dalšího vzdělávání učitelů s využitím ICT. Distanční forma dalšího vzdělávání učitelů s využitím ICT je totiž efektivní a ekonomická. Využití ICT ve výuce se stává důležitou složkou didaktických znalostí obsahu učitele fyziky a přírodovědy [1].

Velmi významnou součástí ICT je internet. Často se diskutuje o jeho využití ve vzdělávání. Věnují se značné prostředky na pořízení počítačů a jejich připojení k internetové síti. Menší pozornost je ale dosud věnována vlastnímu využití internetu ve vzdělávání. V posledních letech se výrazně rozšířila možnost využití internetu v domácnostech (v ČR již kolem 50 %) a na řadě veřejných míst. S poklesem cen výpočetní techniky i provozu internetového připojení se internet stává součástí každodenního života žáků, učitelů, rodičů, institucí aj. V našem příspěvku se zaměříme na příklad využití internetu pro další vzdělávání učitelů a potažmo žáků ve školní výuce i jejich domácí přípravě.

### 2 Projekt EuSTD-web

Projekt „Evropský profesní rozvoj učitelů pro přírodovědné vzdělávání v internetovém prostředí“ (EuSTD-web) je společným projektem devíti partnerů – učitelských vysokoškolských pracovišť (129455-CP-1-2006-1-PT-COMENIUS-C21). Hlavním cílem projektu je profesní rozvoj učitelů přírodovědných předmětů na základní škole. Projekt se řídí evropskou vzdělávací politikou, a to především Lisabonskou deklarací pro vzdělávání, která usiluje o vytvoření vzdělávacích a výchovných systémů v Evropě a jejich zkvalitnění do roku 2010. Tento projekt je založen na bohatých zkušenostech řešitelů, dosažených výsledcích v předcházejícím evropském projektu SySTEM [2] a obecném uznání důležitosti ICT za významný nástroj pro profesní rozvoj učitele.

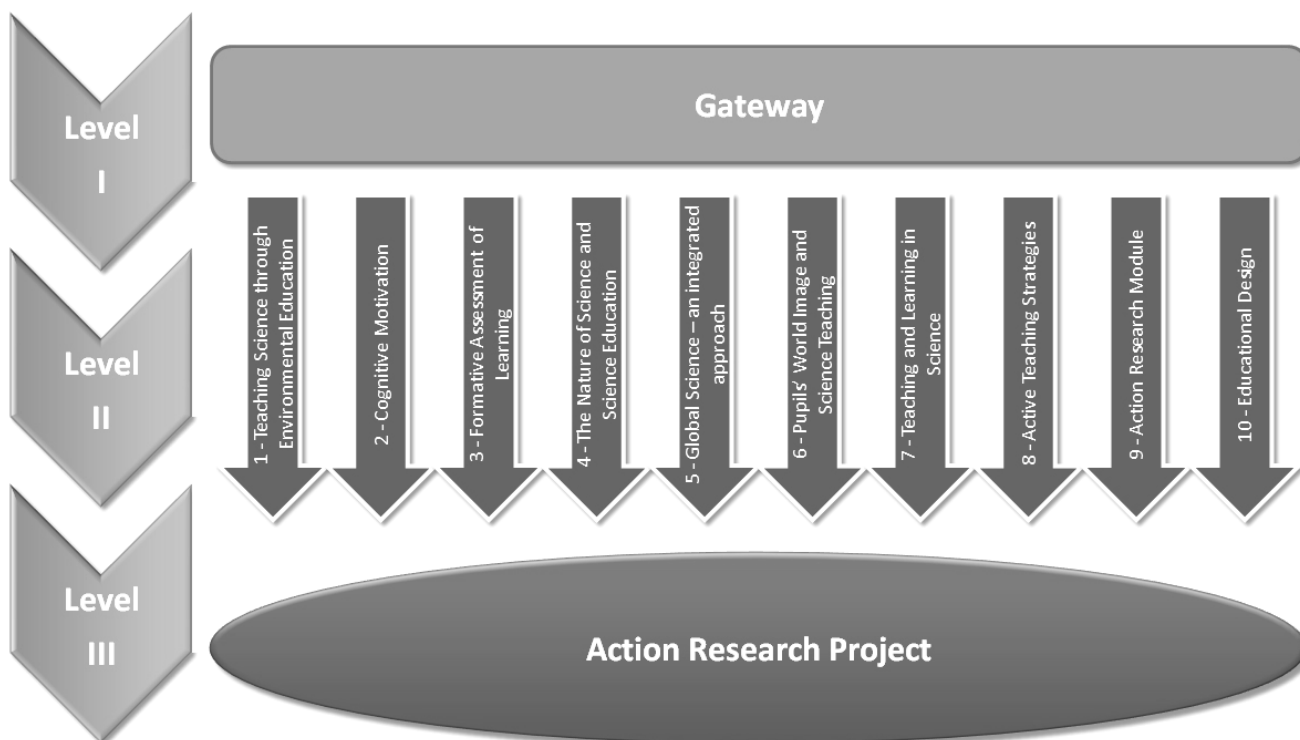
Cílem projektu je pozvednout kvalitu přírodovědného vzdělávání prostřednictvím vývoje, realizace, zhodnocení a rozšíření celoevropské internetové platformy pro další vzdělávání přírodovědných učitelů. Cílovou skupinou jsou tedy učitelé přírodovědy na prvním stupni základní školy a učitelé fyziky, chemie, přírodopisu a zeměpisu na druhém stupni základních škol. Jejich prostřednictvím by mělo dojít ke zkvalitnění přírodovědného vzdělávání žáků základních škol v osmi partnerských evropských zemích. Díky prezentaci výsledků projektu v anglickém jazyce bude tato internetová platforma přístupná učitelům a žákům v celé Evropě i ve světě.

Očekávanými výstupy projektu jsou:

- E-learningové kurzy pro další vzdělávání učitelů.
- Webové zdroje pro přírodovědné vzdělávání přesahující evropské hranice (s materiály pro učitele a žáky v angličtině a dalších sedmi národních jazycích řešitelů projektu).
- E-portfolio vzorových materiálů z dalšího vzdělávání učitelů a úspěšné školní praxe.
- Příručka s metodickými pokyny pro rozvoj učitelů v evropském kontextu a pro roli učitele, která propaguje přírodovědnou gramotnost budoucích občanů Evropské unie.
- Příspěvky v národních a mezinárodních časopisech a prezentace na konferencích.

Obsahová struktura projektu má následující podobu (Obr. 1):

- Vstupní dotazníkový modul Gateway pro učitele (Úroveň I)
- E-learningové moduly s využitím Moodle softwaru pro učitele (Úroveň II)
- Modul učitelského akčního výzkumu (Úroveň III)

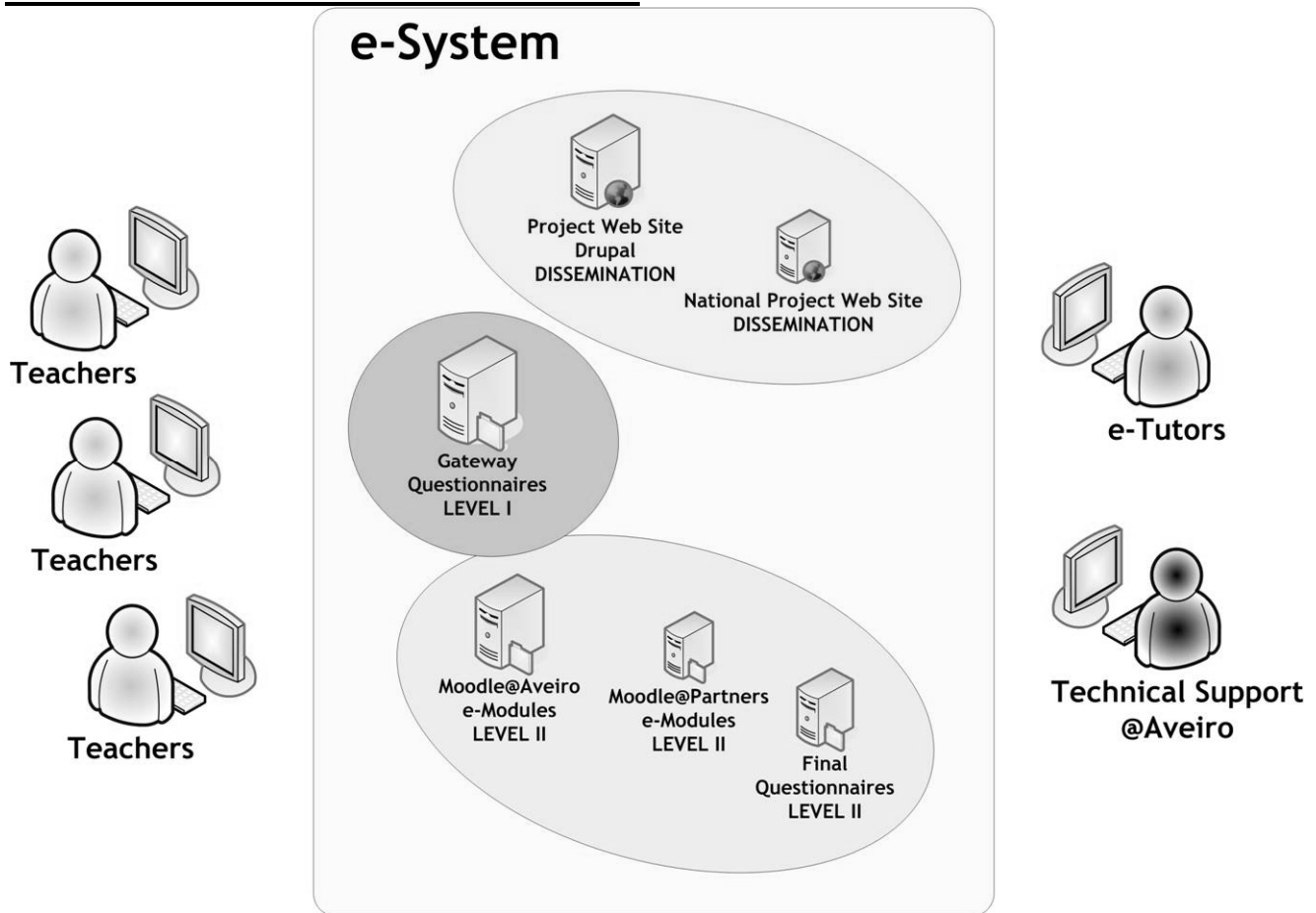


*Obr. 1: Obsahová struktura projektu*

Řešitelský tým projektu tvoří pracovníci těchto vysokoškolských pracovišť: Univerzita Aveiro (Portugalsko), hlavní koordinátor: profesorka Nilza Costa, Univerzita Wroclaw (Polsko), Univerzita Adama Mickiwicze Poznań (Polsko), Univerzita Helsinky (Finsko), Univerzita Tartu (Estonsko), Univerzita Plovdiv (Bulharsko), Univerzita Malmo (Švédsko), Masarykova univerzita Brno (Česká Republika) a Univerzitní centrum v Bradfordu (Spojené Království).

Webová struktura projektu vypadá takto (Obr. 2):

- Centrální projektová webová stránka a server v Aveiru (hlavní informace o projektu a linky na národní webové stránky projektu).
- Národní partnerské webové stránky a servery (shodné informace jako na centrální stránce v národním jazyce s doplňkovými kurikulárními materiály specifickými pro danou zemi).
- E-learningové moduly s využitím Moodle softwaru (Úroveň II):
  - všechny E-learningové moduly v anglické verzi jsou umístěny na centrální webové stránce a serveru v Aveiru,
  - vybrané E-learningové moduly v národní verzi jsou umístěny na národních webových stránkách a národních serverech.
- E-learningový modul učitelského akčního výzkumu (Úroveň III).



Obr. 2: Internetová struktura projektu

### 3 Ukázky projektových materiálů pro učitele

Učitelé mohou využívat internetové prostředí projektu více způsoby. Těmi hlavními prostředky jsou e-learningové kurzy s využitím Moodle jako softwarového prostředí. Hodnotné může být studium e-portfolia „příkladů dobré praxe“ z přírodovědné výuky. Pro tvořivého učitele bude přínosem absolvování e-learningového kurzu Akčního výzkumu. Odkaz na národní webovou stránku projektu EuSTD-web v České republice je na stránce katedry fyziky PdF MU: [www.ped.muni.cz/wphy/](http://www.ped.muni.cz/wphy/).

Jako příklad může sloužit ukázka části e-learningového kurzu Cognitive Motivation in Science Education (autorské pracoviště: Masarykova univerzita, ČR) v anglické verzi:

## 4 Science Cognitive Motivational Teaching Techniques

### 4.3 Solving problem exercises and projects

*One important cognitive need, recognised by teachers, is the solving of problems. The development of this need is the basis of CMTT: solving problem exercises and projects. One psychologically fundamental component of this development is an incentive in the form of „perceptive and conceptual conflict.“ It is a conflict between present knowledge and a new task. This conflict becomes an incentive and so motivates the students. It promotes student activity which leads to the elimination of the conflict and satisfaction of the need. This conflict can have different forms and causes different types of CMTT:*

#### 4.3.1 Problem exercises based on surprise

*Here the incentive is a phenomenon, or situation which surprises the students, because it is in conflict with their present experiences and knowledge. Problem exercises initiate student activity, which leads to the elimination of the conflict, through the use of logical thinking, calculation, measurement, experimentation, or a combination of the above methods.*



**Example 1: Problem Exercise**

*Ducks and swans swim in an unfrozen pond even when the air temperature is freezing and it is windy. How is it possible that the lives of the birds are not endangered?*

**Solution:**

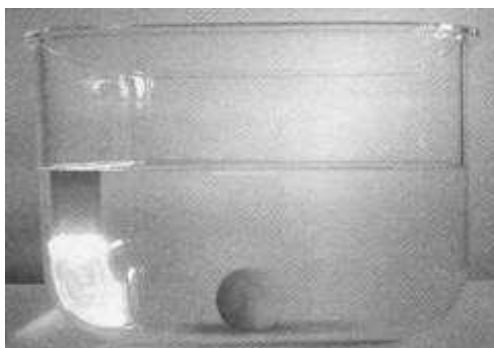
*Unfrozen water is a few degrees warmer than the surrounding freezing air. So the legs of the water birds do not become cold as quickly as in the air.*

**4.3.2 Problem exercises based on paradox**

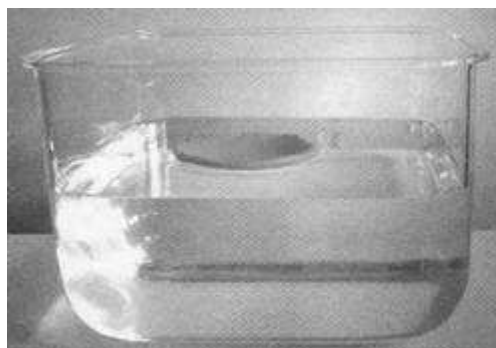
*A paradox is an obvious contraction with common sense, therefore in conflict with the student's present knowledge. The psychological and didactic fundamentals are the same as in the case of surprise, but the motivating effect is very strong and it affects all students, universally.*

**Example 2: Problem exercise**

*If we put a clay ball in water it will sink. However, if we mould the clay into a bowl and place it in the water it will float. How is it possible that a body of higher density than water will float?*



*Obr. 3: Problem exercise*



*Obr. 4: Problem exercise*

**Solution:**

*The body floats if the average density is lower than the density of liquid water. In the case of the floating bowl, we have to also include the density of the air inside the bowl. Then the average density of the bowl is lower than the density of the water.*

**4 Ukázky projektových materiálů pro žáky**

Žáci mohou využívat internetové prostředí projektu především zprostředkovaně přes své učitele. Akční výzkum (Úroveň III) přináší návody na přímou spolupráci mezi žáky v rámci jedné země (národní jazyk) nebo mezinárodně (anglický jazyk).

Jako ukázkou realizované mezinárodní výukové aktivity uvádíme fotodokumentaci ze společné on-line výuky biologie na Gymnáziu v Boskovicích a střední školy v Aveiru (Portugalsko) v rámci akčního výzkumu spolupracujících učitelů na projektu EuSTD-web, která je podporovaná webovým prostředím projektu (Obr. 5 až 8).



*Obr. 5 až 8: Společná internetová výuka*

## **5 Podpora vzdělávání internetovým prostředím**

Využití internetového prostředí v projektu EuSTD-web má především podobu:

- Zdroj informací o projektu na webových stránkách.
- Autodiagnostika vstupních vědomostí a dovedností učitele před vstupem do projektového prostředí.
- Sebevzdělávání učitelů pomocí e-learningových kurzů.
- Komunikace s tutory a dalšími učiteli modulů pomocí diskusních fór.
- Sdílení informací a materiálů pomocí webového prostředí.
- Získávání kurikulárních materiálů (textů, obrázků, klipů aj).
- Zapojování se do společného akčního výzkumu v mezinárodním měřítku.
- Metodika pro společnou internetovou výuku.

Tyto činnosti s využitím internetového prostředí jsou jen základními možnostmi. Lze předpokládat, že v budoucnu dojde k rozšíření možností využití ICT ve vzdělávání učitelů a výuce fyziky i dalších přírodovědných předmětů.

## **6 Závěr**

Prezentovaný projekt EuSTD-web je příkladem možnosti řešení problému dalšího vzdělávání učitelů a rozšíření výukových technologií v internetovém prostředí v mezinárodním měřítku. Výsledky fyzikálně-didaktického výzkumu ([3] aj.) a akčního výzkumu učitelů tak mohou být efektivním způsobem rozšířeny a aplikovány do školské praxe.

## **Literatura**

- [1] Trna, J. PCK a didaktika fyziky. In: *50let didaktiky fyziky v ČR*. Olomouc: JČMF, Pedagogická fakulta MU, Přírodovědecká fakulta UP, 2007. s. 27–34. ISBN 978-80-244-1786-8
- [2] Trna, J., Trnová, E., Sujak-Lesz, K., Lesz, J., Krajna, A. Projekt SYSTEM jako příklad mezinárodního využití ICT v přípravě učitelů přírodovědy. In *DIDFYZ 2004. Information and Communication Technologies in Physics Education. (sborník referátů z konference)*. Nitra: FPV UKF a pob. JSMF v Nitre, 2005. s. 232–236. ISBN 80-8050-810-0.
- [3] Vaculová, I. Dovednosti žáků základní školy ve výuce fyziky: výzkum dovednostní a procesu jejich osvojování. *Pedagogická orientace*, 2008, roč. 18, č. 2, s. 3–21. ISSN 1211-4669.

*Tento příspěvek vznikl v rámci projektu SOCRATES, European Teachers Professional Development for Science Teaching in a Web-based Environment (EuSTD-web), 129455-CP-1-2006-1-PT.*

## Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?

Leoš Dvořák, KDF, MFF, UK, Praha

### Úvod

Nadpis článku nemá být provokativní otázkou. Taková by totiž mohla dobré učitele fyziky a pracovníky v oblasti fyzikálního vzdělávání oprávněně rozladit. „Copak už nyní neděláme vše, co můžeme, abychom učili co nejlépe? Co ještě víc od nás budete chtít?“, mohla by zaznít přirozená reakce. Proto předesílám, že takto název článku rozhodně nebyl míněn.

Tento příspěvek je stručnou informací o výsledcích projektu, zaměřeného na oblast fyzikálního vzdělávání na základních a středních školách. Stručnou informací proto, že podrobné výsledky projektu jsou dostupné na webových stránkách [1]. Pro učitele a pracovníky v oblasti fyzikálního vzdělávání jsou navíc výsledky prezentovány v publikaci [2].

V tomto příspěvku proto jen naznačíme, oč v projektu šlo, čeho se týkají hlavní výsledky, a čím mohou být pro učitele a další pracovníky zajímavé.

### Základní informace o projektu

Projekt 2E06020 *Fyzikální vzdělávání pro všestrannou přípravu a rozvoj lidských zdrojů na úrovni základních a středních škol* byl řešen na katedře didaktiky fyziky MFF UK od poloviny roku 2006 do konce roku 2008 v rámci Národního programu výzkumu II MŠMT.

V poslední době se opakovaně ozývají hlasy volající po tom, že v oblasti didaktiky fyziky je třeba kromě menších projektů řešit i rozsáhlejší projekty, na nichž se budou podílet větší skupiny pracovníků. (Toto zaznělo například na konferenci DIDFYZ 2008.) V této souvislosti je možná zajímavé, že projekt 2E06020 byl řešen poměrně velkou skupinou akademických pracovníků KDF MFF UK. V abecedním pořadí (a s vynecháním titulů) to jsou:

L. Dvořák, I. Dvořáková, M. Chvál, M. Kekule, R. Kolářová, Z. Koupilová, D. Mandíková, R. Pöschl, E. Svoboda a V. Žák.

Mezi akademické pracovníky přitom počítáme i doktorandy. S jedinou výjimkou (externí doktorand R. Pöschl) ostatně doktorandi resp. doktorandky své studium již úspěšně dokončili a jsou našimi kolegy a kolegyněmi.

Vypisovat zde další informace o formálních stránkách projektu je asi zbytečné. Pojdme se raději podívat, co bylo cílem projektu a na jaké základní otázky chtěl odpovědět.

### Oč v projektu šlo

Základní důvody, které nás přivedly k návrhu a řešení daného projektu, lze vyjádřit velmi jednoduše:

Již delší dobu se konstatuje, že fyzika je ve školách jedním z nejméně oblíbených předmětů. Je tedy přirozené ptát se:

- Jaké jsou skutečné postoje žáků k fyzice? Je opravdu tak neoblíbená?
- Co se na ní žákům konkrétně líbí a nelíbí?
- Co ovlivňuje nebo by mohlo ovlivňovat její oblibu?
- Dala by se situace nějak změnit? Lze si třeba vzít příklad z velmi dobrých učitelů fyziky?

Když podobné otázky konkretizujeme, je jasné, že na ně nemůžeme odpovídat jen „od stolu“, na základě vlastních dojmů. Korektní odpovědi je třeba hledat pomocí výzkumu „v terénu“, tedy u žáků a učitelů na školách. Další údaje lze získat i analýzou výsledků mezinárodních výzkumů (jako jsou výzkumy TIMSS a PISA).

Z uvedených otázek a úvah vyšly **cíle** stanovené v návrhu projektu (kde již byly formulovány přesnějším a samozřejmě i poněkud formálnějším jazykem):

1. Identifikace a analýza faktorů a příčin, které vedou k tomu, že fyzika je málo oblíbeným předmětem na školách.
2. Hlubší analýza dat z mezinárodních výzkumů TIMSS a PISA a jejich interpretace.

3. Analýza a ověření příkladů dobré praxe a získání nových podnětů pro výuku fyziky.
4. Rozpracování a dílčí ověření koncepce výuky fyziky v ŠVP, která bude přispívat k vytváření a rozvíjení kompetencí žáků a jejich motivaci pro volbu kariéry v oblasti výzkumu a vývoje v přírodních vědách a technických disciplínách.

Těmto obecným cílům odpovídaly i čtyři oblasti resp. skupiny aktivit celého projektu.

V dalších odstavcích budeme tyto oblasti a získané výsledky popisovat spíše neformálně. Vlastně půjde o jakousi „upoutávku“, která může čtenáři naznačit, proč by pro něj mohlo být zajímavé podívat se na výsledky řešení podrobněji v pramenech [1] a [2].

## **Výzkum postojů žáků ZŠ a SŠ**

Velice rozsáhlou částí projektu byl výzkum postojů žáků základních a středních škol k fyzice a její výuce. Tuto část projektu řídili V. Žák a M. Kekule. Přípravu daného výzkumu a dotazník pro dotazníkové šetření již prezentovali na předchozí konferenci *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky* – viz [3], [4]; o výzkumu a dílčích výsledcích též referovali na dalších konferencích ([5], [6]). Podrobnější popis výsledků, jak již bylo řečeno, lze najít v [1] a [2]. Připomeňme tedy jen hlavní fakta.

Šlo o rozsáhlé dotazníkové šetření, zahrnující přes 4 000 respondentů. Z nich 1 886 byli žáci základních škol a nižších gymnázií (z 84 tříd z celkem 42 škol); 2 348 žáci z 27 vyšších gymnázií a 20 středních odborných škol. (Celkově šlo o 99 tříd ze středních škol.) Tento výzkum byl doplněn menším výzkumem R. Pöschla o vnímání fyziky žáky pražských gymnázií. Tento výzkum zahrnul 230 žáků a využíval metodu tzv. sémantického diferenciatu. (Blíže viz [7] a webové stránky projektu, kde lze najít i diplomovou práci R. Pöschla popisující předchozí výzkum využívající danou metodu.)

Opakovat zde hlavní závěry z dotazníkového šetření a hlavní doporučení z nich plynoucí asi není nezbytné. Na stránkách [1] – konkrétně na webové stránce [8] – je uvedeno 12 bodů hlavních závěrů a 7 doporučení. Osobně bych vyzdvihl následující zjištění. (Formuluji je zde stručně až zkratkovitě a kurzívou přidávám vlastní komentáře.)

- V průměru není postoj žáků k fyzice tak negativní, jak se často tvrdí. Je spíše neutrální. *(To je spíše pozitivní zjištění.)*
- Hlavním důvodem, proč se žáci učí fyziku, jsou známky. Naopak nejméně žáků uvádí důvod „fyzika mě baví“. *(Zde asi naopak přidáme slůvko „bohužel“.)*
- Žáci mají rádi témata spojená s moderními technologiemi a vesmírem. Nejméně je zajímají životy vědců a historické souvislosti. *(První část zjištění potvrzuje to, co bychom zřejmě očekávali, druhá část je spíše zarazující. Mohli bychom se ptát, zda umíme např. historické souvislosti žákům dobře prezentovat.)*
- Žáci rádi experimentují; neradi řeší problémy.
- Více než 60 % žáků ZŠ a NG si myslí, že fyziku budou ve svém životě potřebovat. *(Toto je jistě potěšitelný výsledek!)*

Samozřejmě, některá zjištění mohou zkušený učitelé komentovat slovy „to není nic objevného“, to dobře víme. Příkladem může být oblíba experimentů a malá chuť řešit úlohy a problémy. S tím lze souhlasit. Ovšem nyní máme příslušnou míru oblíby či neoblíby zjištěnu i kvantitativně a to na reprezentativním vzorku žáků, tedy nejen například na žácích učitelů, kteří jezdí na konference o fyzikálním vzdělávání (a představují tedy poněkud nestandardní vzorek).

Velmi zajímavý je i výzkum vnímání fyziky žáky pražských gymnázií, v němž se toto vnímání porovnává například s vnímáním biologie (a dalších oblastí a pojmů). Zde ale již čtenáře odkážeme na stránky [1], resp. konkrétně na [9], kde najde bližší podrobnosti.

## **Analýza výzkumů TIMSS a PISA**

Hlavní řešitelkou této části projektu byla D. Mandíková. Do řešení byly přitom zapojeny mimo jiné i studentky MFF UK (a též J. Houfková). Byly analyzovány výsledky mezinárodních výzkumů TIMSS 95, TIMSS-R 99, PISA 2000, 2003 a 2006.

## **Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4**

Analyzovány byly postoje žáků (ty zahrnovaly 150 dotazníkových položek), metody práce v přírodovědných hodinách (ty zahrnovaly 93 otázek) a výsledky českých žáků v přírodních vědách (jichž se týkalo 147 otázek ve výzkumech TIMSS, 7 praktických úloh a 93 otázek ve výzkumech PISA).

Za tímto strohým výčtem se skrývá obrovské množství práce. Ve skutečnosti tak rozsáhlá analýza výsledků příslušných mezinárodních výzkumů týkající se výuky fyziky v ČR dosud neproběhla. Samozřejmě, výsledky mezinárodních výzkumů jsou dostupné a nabízejí velká množství dat. Ovšem problémem je najít v datech to, co hledáme. Bez nadsázky, a jen s trochou přirovnání, lze konstatovat, že D. Mandíková se svým týmem z těchto doslova „tun dat“ vytěžila právě ono „zlato“, které zajímá nás, učitele fyziky a pracovníky v oblasti fyzikálního vzdělávání.

Výsledky jednak z menší části prezentovala již dříve (viz [10] a [11]), ovšem zdaleka z největší části jsou k dispozici na webových stránkách projektu, konkrétně na stránce [12] a následujících. Kromě stručného přehledu výsledků jsou tam pro vážnější zájemce k dispozici i čtyři výzkumné zprávy o celkovém rozsahu přes 600 stran. Domnívám se, že k rozsahu práce a objemu nabízených výsledků už není co dodat.

Výsledky analýz v mnohém korespondují s výsledky výše uvedeného dotazníkového šetření. Zároveň představují materiál, z něhož budou moci spolehlivě vycházet a na nějž budou moci navazovat další výzkumy.

### **Příklady dobré praxe**

Třetí část projektu zde nebudu blíže komentovat, neboť ji podrobněji popisuje příspěvek I. Dvořákové v tomto sborníku (viz [13]). Připomenu pouze, že tuto část projektu řídily R. Kolářová a I. Dvořáková. Šlo o to, vytypovat velmi dobré učitele fyziky (proto „příklady dobré praxe“) a pomocí strukturovaných rozhovorů zjistit, jak přistupují k výuce fyziky, jaké volí formy, metody atd. Formou dotazníku byly zjišťovány i názory jejich žáků. Výsledky byly prezentovány již na mezinárodní konferenci DIDFYZ 2008 (viz [14]).

I zde zjištěné závěry v mnohém korelují s výsledky předchozích dvou částí projektu. Příkladem jsou experimenty. Zatímco celkově ve vyžití experimentů ve výuce fyziky ve srovnání se zahraničím spíše pokulháváme, dobří učitelé široce využívají jak demonstrační, tak žákovské experimenty – a jejich žáci to příznivě oceňují.

Je nutno zdůraznit to, co je jasně řečeno i v příspěvcích [13] a [14]. Výzkum nechtěl (a ani nemohl) najít *všechny* dobré učitele fyziky v naší republice. Těch je nepochybně mnohem, mnohem více, než byl vzorek o něco více než třiceti učitelů, s nimiž proběhly strukturované rozhovory. A neměli jsme ani ambice najít cosi jako „reprezentativní vzorek“ dobrých učitelů. Šlo o kvalitativní výzkum – i ten však poskytuje zajímavé a inspirativní závěry.

Podrobnější výsledky jsou opět k dispozici na webových stránkách [1] a v publikaci [2].

### **Podněty k ŠVP a praktické náměty do výuky**

K praktickým výstupům souvisejícím s projektem se vážou také publikace [15] a [16], které se týkají i tolik diskutované problematiky Rámcových a školních vzdělávacích programů. Této oblasti se dotýkají též dnes často zdůrazňované – a učitelé leckdy jen jako další „módní termín“ vnímané – *klíčové kompetence*. (Viz též příspěvek [17].) V části páté kapitoly příručky [2] se proto členové autorského kolektivu snažili ukázat, jak je lze při výuce fyziky přirozeně rozvíjet.

Koncipovat na základě výsledků projektu nějakou „všezahrnující studii“, jak realizovat výuku fyziky v rámci školních vzdělávacích programů, by nebylo účelné. Zvlášť v situaci, kdy již existují výše zmíněné publikace [15] a [16]. Proto je zbytek páté kapitoly příručky [2] i webových stránek projektu spíše jakousi „mozaikou“ námětů pro využití ve výuce fyziky. Odpovídá to i výsledkům získaným analýzou „příkladů dobré praxe“. Ty ukazují, že není jediný ideální učitel fyziky, tedy, že neexistuje jediná ideální cesta, jak fyziku učit a jak pro ni žáky motivovat. Můj osobní komentář k tomu je ten, že jsem velmi rád, že tomu tak je. Nedovedu si představit, že bychom budoucí učitele fyziky připravovali tak, že bychom je „přitesávali“ do jediného vhodného tvaru. Je velice dobře, že se ve výuce uplatní různé přístupy a různé typy učitelů. Opět nejde o nijak unikátní názor; podporu pro toto konstatování jsem nedávno našel i v jednom z esejů dlouholetého editora časopisu *The Physics Teacher*, C. Schwartze, viz [18].

Z uvedené „mozaiky“ může být pro čtenáře zajímavá například konkrétní aktivita se žáky týkající se povolání souvisejících s přírodními vědami (o nichž mají žáci zhusta velmi zkreslenou představu pocházející spíše z „běžkových“ sci-fi filmů či hororů, v nichž jednou z typických figur bývá postava „šíleného vědce“). M. Kekule nabízí vyzkoušenou aktivitu, která může žáky přivést k reálnějšímu a lidštějšímu pohledu, viz [19].

Dalším „střípkem“, který nabízíme, je několik námětů na jednoduché využití ICT ve výuce fyziky viz [20]. Možných využití ICT a moderních technologií je samozřejmě daleko více; cílem zde bylo ukázat, že lze využít i opravdu jednoduchých a laciných prostředků.

## **Závěr**

Rozhodně nechceme tvrdit, že zde popisovaný projekt dal jednoznačnou (či dokonce jedinou správnou!) odpověď na otázku, jak učit fyziku zajímavěji a lépe. Také nechceme tvrdit, že motivace je tím jediným, co je pro výuku fyziky rozhodující. A už vůbec nechceme a nehodláme tvrdit, že fyzika by měla být „za každou cenu zajímavá“, tedy třeba i na úkor kvality její výuky. V žádném případě nejde o to, udělat z výuky fyziky jen nějakou nezávaznou hru, kde by šlo hlavně o zábavu. Ale to snad žádný dobrý učitel fyziky dělat nehodlá.

Ovšem na druhou stranu, hledání cest, jak mladou generaci pro náš obor zaujmout a nadchnout – to je něco, co dobří učitelé fyziky (intuitivně i vědomě, díky svým zkušenostem i nadání) dělají a nepochybně budou dělat dál. A nacházejí cesty, jak učit fyziku ještě zajímavěji a lépe.

Snažili jsme se, aby náš projekt nebyl jen „akademicky zaměřeným výzkumem“, ale dal právě učitelům (a pracovníkům připravujícím učitele fyziky) k dispozici informace, které jim mohou ve výše zmíněném hledání pomoci. V příručce [2] jsme se přitom snažili projekt a jeho výsledky podat ve formě dostatečně čtivé i pro učitele z praxe, kteří se nechtějí prokousávat terminologií užívanou ve vědeckých výzkumech a článcích. Pokud bude tato příručka pro učitele a další čtenáře v něčem inspirující, splní svůj úkol.

## **Literatura:**

- [1] Kolektiv řešitelů projektu 2E06020 z KDF MFF UK Praha: *Fyzikální vzdělávání pro všestrannou přípravu a rozvoj lidských zdrojů na úrovni základních a středních škol*. Webové stránky projektu dostupné na <http://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/NPVII/npv.php> (Cit. 10.5.2009)
- [2] Dvořák L. a kol.: *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe? Příručka pro učitele*. Matfyzpress, Praha 2008. 163. s. ISBN 978-80-7378-057-9
- [3] Žák V., Kekule M.: *Projekt zjišťování faktorů (ne)oblíbenosti fyziky*. In: *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 3*. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, 2007, s. 135–140.
- [4] Žák V.: *Dotazník ke zjišťování faktorů (ne)oblíbenosti fyziky*. In: *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 3*, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, 2007, s. 243–249.
- [5] Kekule M., Žák V.: *Postoje studentek a studentů k fyzice a její výuce*. In: *50 let didaktiky fyziky*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 2007, s. 129–141.
- [6] Kekule M., Žák V.: *Preference témat a vyučovacích metod ve fyzice z hlediska genderu*. In: *Svět výchovy a vzdělávání v reflexi současného pedagogického výzkumu*. Jihočeská univerzita v ČB, České Budějovice, 2007, s. 72–73.
- [7] Pöschl R.: *Vnímání fyziky středoškolskými studenty - včera, dnes a zítra*. In: *Sborník příspěvků z konference 50 let didaktiky fyziky v ČR*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 2007, s. 158–168.
- [8] Žák V., Kekule M.: *Hlavní závěry získané z dotazníkového šetření*. Dostupné na webu na adrese <http://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/NPVII/hlavni-zavery.php> . (Cit. 10.5.2009)
- [9] Pöschl R.: *Vnímání fyziky versus vnímání biologie středoškolskými studenty*. Dostupné na webu na adrese <http://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/NPVII/vnimani.php> . (Cit. 10.5.2009)
- [10] Mandíková D.: *Výsledky českých žáků v přírodních vědách v mezinárodních výzkumech TIMSS a PISA*. In: *Sborník ze semináře Projektová výuka fyziky ve ŠVP*. JČMF, Praha, 2007, s. 1–18.
- [11] Mandíková, D., Palečková, J.: *Přírodovědná gramotnost českých žáků - výsledky výzkumu PISA 2006*. *Matematika - fyzika - informatika*, 18, č.4 (2008), s. 214–229.
- [12] Mandíková D.: *Hlubší analýza dat z mezinárodních výzkumů TIMSS a PISA*. Dostupné na webu na adrese <http://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/NPVII/mezinarodni.php> . (Cit. 10.5.2009)
- [13] Dvořáková I.: *Dobrý učitel fyziky – jaký je a jak učí?* (Příspěvek v tomto sborníku.)
- [14] Kolářová R., Dvořáková I.: *Jaký je dobrý učitel fyziky?* In: *Sborník příspěvků z konference DIDFYZ 2008*. V tisku.

#### ***Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4***

---

- [15] Kolářová R. a kol.: *Příručka učitele fyziky na základní škole s náměty pro tvorbu ŠVP*. Prometheus, Praha, 2006.
- [16] Svoboda E., Lepil O.: *Příručka pro učitele fyziky na střední škole*. 279 s. Prometheus, Praha, 2007. 279 s.
- [17] Dvořák L.: *Klíčové kompetence nejsou posvátná kráva – a přesto nejsou k zahazení*. In: *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 3*. Západočeská univerzita, Plzeň, 2007, s. 39–54.
- [18] Schwarz C.: *Cliff's Nodes. Editorials from The Physics Teacher*. The John Hopkins Univ.Press, Baltimore 2006. (Konkrétně : *Grading the Teacher*, s. 8–10.)
- [19] Kekule M.: *Námět na konkrétní aktivitu se žáky týkající se povolání v oblasti fyziky*. Dostupné na webu na adrese <http://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/NPVII/aktivita-povolani.php> . (Cit. 10.5.2009)
- [20] Dvořák L.: *Vybrané náměty na jednoduché využití ICT ve výuce fyziky*. Dostupné na webu na adrese <http://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/NPVII/materialy/nametynavyuzitiict.pdf> . (Cit. 10.5.2009)



## Dobry učitel fyziky – jaký je a jak učí?

Irena Dvořáková, KDF, MFF, UK, Praha

### Úvod

Tento příspěvek navazuje na příspěvek doc. Leoše Dvořáka *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?*, který je také publikován v tomto sborníku a věnuje se výsledkům výzkumu prováděného při řešení projektu 2E06020 *Fyzikální vzdělávání pro všestrannou přípravu a rozvoj lidských zdrojů na úrovni základních a středních škol* v rámci Národního programu výzkumu II MŠMT. Výsledky celého projektu jsou zpřístupněny na webových stránkách [1], kde je též zveřejněna závěrečná zpráva. Podstatné výsledky projektu, zajímavé hlavně pro učitele fyziky, jsou publikovány v příručce „Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?“, která je zájemcům k dispozici jednak na výše uvedených webových stránkách, jednak v tištěné formě na sekretariátu Katedry didaktiky fyziky MFF UK.

V mém příspěvku se jedná konkrétně o tu část výzkumu, která byla věnována „příkladům dobré praxe“, tedy zkušenostem vybraných dobrých učitelů fyziky a názorům jejich žáků. Vzhledem k tomu, že na výše uvedených webových stránkách je skutečně uvedeno vše, co jsme v rámci našeho výzkumu dělali, omezím se v tomto příspěvku pouze na základní informace.

### Rozhovory s učiteli

Cílem jedné skupiny řešitelského kolektivu (R. Kolářová, V. Žák, R. Pöschl, I. Dvořáková) bylo získávání zkušeností těch učitelů, kteří umí své žáky motivovat pro fyziku. Zaměřili jsme se na vytipování „příkladů dobré praxe“ a shromáždění a analýzu názorů vybraných učitelů fyziky. Nejprve jsme určili kritéria pro výběr příkladů dobrých učitelů. S vybranými učiteli jsme pak vedli zhruba hodinový strukturovaný rozhovor, při kterém jsme se zajímali o to, jak přistupují k výuce fyziky, o obsah, metody i podmínky jejich výuky. Současně jsme zpracovali i dotazníkem získané názory žáků těchto učitelů. Celkem jsme do výzkumu zařadili odpovědi 31 učitelů ze základních škol, gymnázií i středních odborných škol a získali dotazníky od 1 335 jejich žáků. Považujeme za nutné uvést, že se jednalo o kvalitativní výzkum, který nebyl založen na rozsáhlých skupinách respondentů, ale na důkladném a detailním zkoumání menšího počtu případů. Je proto třeba zdůraznit, že v žádném případě nešlo o to, najít všechny dobré učitele fyziky v České republice. Těch je u nás zcela jistě mnohem více než těch několik desítek, které jsme do výzkumu zařadili.

### Co jsme se dozvěděli od učitelů

- O volbě učitelského povolání

Největší vliv na to, že si dotazovaní učitelé vybrali povolání učitele, měli učitelé ze ZŠ. 40 % dotazovaných uvádí pozitivní vliv učitele fyziky ze ZŠ a 35 % pozitivní vliv učitele matematiky ze ZŠ.

- O hlavních cílech ve výuce fyziky

Nejčastěji uváděli dotazovaní učitelé jako svůj hlavní záměr ve výuce fyziky ukázat žákům, že fyzika je praktická a je všude kolem nás, jako další záměry uváděli rozvoj intelektu žáků, řešení fyzikálních problémů a snahu docílit, aby žáky fyzika bavila.

- O používaných metodách

Většina učitelů používá různé aktivizující formy při práci se žáky, avšak nemalá část vybraných dobrých učitelů používá nejčastěji výklad, doplněný experimenty, počítačovými simulacemi apod. Konkrétní příklady různých zajímavých metod práce jsou uvedeny na webu a v příručce. Dle názoru učitelů jsou pro žáky velmi motivující jednak pokusy, a také to, když si žáci mohou něco zkusit sami a získají tedy vlastní zkušenost.

- O podmínkách, které ovlivňují kvalitu výuky

Podmínky, které podle dotazovaných učitelů nejvíce ovlivňují kvalitu jejich výuky, jsou: – kvalita a množství pomůcek, a tedy obecně vybavení kabinetu fyziky, – možnost využít odborné učebny, resp. technického vybavení učebny (přítomnost dataprojektoru, počítače, rozvodů do lavic apod.) a také – podpora vedení školy.

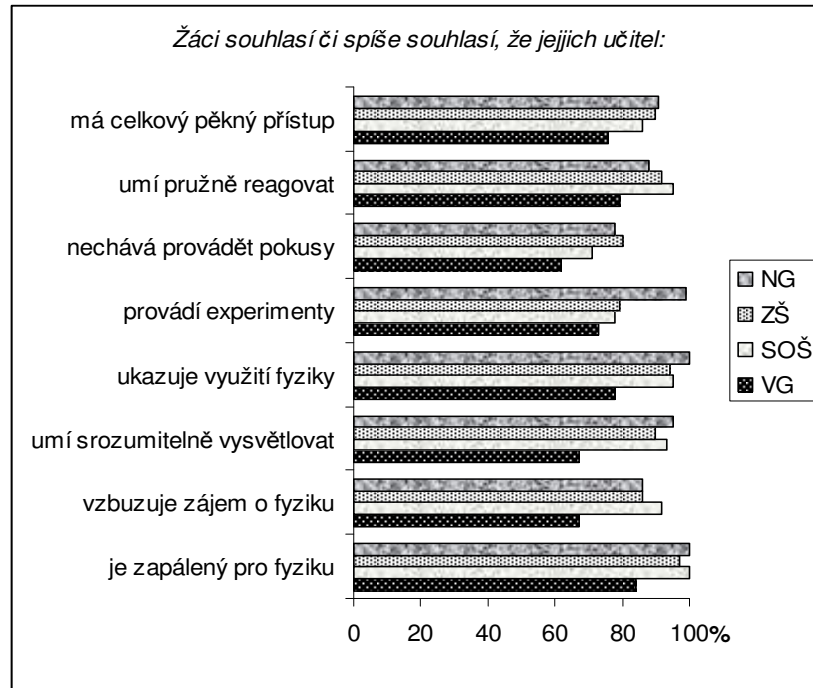
- A to nejdůležitější?

Z 31 učitelů, kteří se zúčastnili výzkumu, jich dvacet buď přímo říkalo v rozhovoru, nebo považovalo za důležité doplnit, že dobrý učitel musí mít žáky rád, že ho jeho práce musí bavit.

## Co jsme se dozvěděli od žáků

Pro získání úplnějšího obrazu vybraných dobrých učitelů fyziky jsme připravili dotazníky pro jejich žáky. Všechny 31 učitelů, s kterými jsme prováděli rozhovory, jsme požádali, aby žákům alespoň jedné své třídy zadali dotazník, který obsahoval osm uzavřených otázek (žáci odpovídali na škále *velmi souhlasím – velmi nesouhlasím* na otázky týkající se přístupu učitele k žákům, jeho zapálenosti pro výuku apod., viz graf níže) a dvě otevřené otázky. V těch mohli dotazovaní žáci vyjádřit, čeho si na svém učiteli fyziky nejvíce cení. Mohli také odpovědět na otázku, zda by v budoucnu chtěli pracovat v oboru, kde je fyzika důležitá.

V grafu 1 jsou uvedeny celkové výsledky uzavřených otázek, souhrn za učitele jednotlivých typů škol.



Graf 1: Procentuální zastoupení žáků, kteří souhlasí s uvedenými tvrzeními

V grafu si můžeme všimnout celkově výborných výsledků. Vidíme, že žáci vnímají, že jejich učitel je vysoce zapálený pro fyziku, což koresponduje s odpověďmi učitelů. Dále je vidět významné využití experimentů. Potěšující je, že výsledky na základních školách jsou prakticky srovnatelné s výsledky na nižších gymnáziích, učitelé tam jen o něco méně experimentují. Ve srovnání s ostatními školami jsou „horší“ výsledky učitelů vyšších gymnázií, musíme si však uvědomit, že středoškoláci jsou více profilovaní, takže mnozí jsou již jinak zaměřeni.

V otevřených otázkách, ve kterých se žáci mohli spontánně vyjádřit, se nejčastěji objevilo, že žáci na svém učiteli nejvíce oceňují, že je zapálený pro svůj obor a také jeho dobrý vztah k nim. Na základní škole si nejvíce cení, když umí učitel srozumitelně vysvětlovat učivo. Na vyšších gymnáziích a SOŠ si nejvíce cení zápal učitele pro fyziku a jeho inteligenci. Zařazování pokusů do výuky nejvíce oceňují žáci nižších gymnázií a základních škol. Mezi oceňované vlastnosti na všech typech škol patří také smysl učitele pro humor.

## Závěr

Z našeho výzkumu vyplývá, že neexistuje jeden typ dobrého učitele, jedna „správná cesta“, jak učit. Je však zřejmé, že to nejdůležitější, co dělá dobrého učitele dobrým učitelem, je jeho nadšení, to, že do své práce dává sama sebe. Toho si všímají i jeho žáci a tím také může žáky motivovat. Samozřejmým předpokladem je přitom vysoká odborná úroveň učitele.

Věříme, že naše práce na projektu pomůže alespoň několika dalším učitelům najít cestu, jak ukázat těm žákům, kteří si fyziku jednou zvolí jako své povolání, ale i těm, kteří se budou věnovat více humanitně zaměřeným oborům, že fyzika může být krásná.

## Literatura:

- [1] Fyzikální vzdělávání pro všestrannou přípravu a rozvoj lidských zdrojů na úrovni základních a středních škol. Webové stránky projektu dostupné na <http://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/NPVII/npv.php> (Cit. 5.5. 2009)

## Historie měření – nejen na internetu

Bohumil Vybíral, katedra fyziky, PdF, UHK

### Měření ve fyzice a jeho historie

Pro fyziku má měření zcela zásadní význam, neboť vytváří kvantitativní podklady pro formulaci matematických modelů fyzikálních dějů a stavů – fyzikálních zákonů. Proces poznávání ve fyzice zahrnuje několik etap, přičemž jejich základem je existující realita světa, kterou kvalitativně pozorujeme (ať již přímo svými smyslovými orgány nebo observačními přístroji) a kvantitativně měříme měřicími přístroji. Základem jsou tedy empirické poznatky získané měřením při experimentu nebo jen při přímé observaci jevů probíhajících v přírodě nebo ve světě (např. v astronomii experimenty zřejmě dělat nelze). Poté následuje formulace hypotézy, fyzikálního zákona a případně rovněž obecného fyzikálního principu. Toto pořadí posloupnosti bývá někdy obrácené a dříve formulovaná hypotéza se ověřuje experimentem. Celé úsilí by mělo vyústit do fyzikální teorie, která slučuje kvalitativní a kvantitativní poznatky, spolu kauzálně související, do celku. Podrobně o tom pojednává ve svém úvodu stať [13]. Základem celého procesu přírodovědného poznávání je tedy dostatečně přesné měření, konané za stejných podmínek opakovaně. To musí být provedeno pomocí dostatečně přesných laboratorních přístrojů, vyhodnoceno statistickými metodami (např. [1], [10]) a stanovena chyba měření (anebo vypočtené) veličiny. Tento proces měření samozřejmě předpokládá, že máme definovány příslušné fyzikální veličiny a jejich jednotky. Jen takto získané a zpracované poznatky mohou být podkladem pro formulaci (či korekci) určitého fyzikálního zákona nebo fyzikálního stavu.

Cesty fyzikálního poznávání přírody bývají klikaté, často složité avšak jsou především zajímavé a inspirující pro další poznávání. Je proto motivující tohoto procesu interakce člověka a přírody využívat i při výuce fyziky a občas udělat historické ohlédnutí – výklad ve vhodné chvíli okořenit historickou poznámkou, vztahující se k probíranému jevu, ukázat studentovi přístroj (většinou v obrazové reprodukci), kterým člověk odhalil studované tajemství přírody. Nenahraditelný je reálně provedený experiment přímo při výkladu. Historie měření rovněž ukazuje, s jakými problémy se člověk musel potýkat, než se dopracoval k dnes již vesměs dokonalým metodám a přesným přístrojům. A také kolik umu a řemeslné erudice musel (zejména v minulosti) vynaložit, aby zhotovil i esteticky pozoruhodné přístroje.

Poutavě o měření (a nejen ve fyzice) pojednává např. kniha [6] a také některé populárně vědecké články, např. [5]. Dříve než se budu zabývat vlastní problematikou historie měření, zejména hledání zdrojů k jejímu poznání, zastavím se u výukového předmětu *Historie měření*, jehož příprava a realizace mě k této problematice vlastně přivedla.

### 1. Výukový předmět *Historie měření*

Důležitost fyzikálního měření a jeho historického vývoje byla respektována při koncipování bakalářského studijního programu B1701 *Fyzika* – studijní obor *Fyzikálně technická měření a výpočetní technika* na Pedagogické fakultě Univerzity Hradec Králové. Do struktury předmětů byl v 6. semestru prezenční a kombinované formy studia zařazen předmět *Historie měření*. Studenty především seznamuje s historickou cestou, která doprovázela vývoj metod měření a příslušné přístrojové techniky od primitivních zařízení v dávné minulosti až k současným moderním efektivním přístupům, spojených s digitalizací a počítačovým zpracováním. Předmět se zabývá experimenty, metodami a přístroji, jejichž použití vede k měření fyzikálních veličin (základních i odvozených). Jeho úkolem je rovněž průběžná příprava studenta k závěrečné bakalářské zkoušce, neboť se u ní se také klade důraz na fyzikální měření. Obsah předmětu *Historie měření* a zvláště jeho připravovaná multimediální mutace, je významná rovněž i pro studenty magisterských studijních programů v oborech učitelství fyziky, kde je jeho využití v předmětu *Historie fyziky*.

Základní struktura předmětu *Historie měření* je volena tak, aby pokrývala celou fyziku a byl zde prostor i pro některé technické aplikace:

- Cesta fyziky a techniky k *Mezinárodní soustavě jednotek* (historie základních jednotek a jejich měření)
- Historie měření prostoru a času (délka, plošný obsah, objem, úhel, měření času, rychlosti, měření na povrchu Země a v astronomii)
- Historie měření v mechanice pevných těles (hmotnost, hustota, síla) a měření veličin v nauce o pružnosti těles

## ***Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4***

- Historie měření v molekulové fyzice a termice (tlak, povrchové napětí, viskozita, teplota, teplo)
- Historie měření v elektřině a magnetismu
- Měření v nauce o kmitech a vlnách, v akustice a optice
- Měření v atomistice a jaderné fyzice
- Zpracování dat fyzikálních měření

Zde uvedené členění odpovídá struktuře výuky, která se v první etapě uskutečňovala v kombinované formě studia, kdy do rozvrhu výuky bylo zařazeno osm tříhodinových přednášek v jednom semestru, tedy celkem 24 hodin. Ve výuce je hojně využíván obrazový materiál, který autor příspěvku získal fotografováním reálných přístrojů v různých školních sbírkách a muzeích. Některé přístroje ze sbírek naší univerzity jsou ve výuce prezentovány rovněž fyzicky.

Předmět je zakončen zápočtem, jehož podmínkou (mimo definované účasti na výuce) je, že student vypracuje prezentaci individuálně zadaného tématu z historie měření (na CD). Zadané téma mapuje a ilustruje vývoj měření některé důležité fyzikální veličiny anebo určitého aplikovaného oboru s fyzikálním základem. Ve všech případech je požadováno, aby byl kladen důraz na vývoj používaných přístrojů a zařízení a přitom nebyly opomenuty také osobnosti fyziky, které se o to zasloužily. Každý student má zadáno jiné téma, které zpracuje a při zápočtu je prezentuje a obhazuje (ideálně před skupinou studentů). Byla již zadána a obhajována tato témata: 1. Měření délky a plošného obsahu, 2. Měření času, 3. Měření na povrchu Země, 4. Měření hmotnosti a síly, 5. Měření objemu a hustoty, 6. Měření rychlosti těles (v různých fyzikálních a technických situacích), 7. Měření tíhového zrychlení a gravitační interakce, 8. Měření frekvence (s aplikacemi), 9. Měření zvuku a hluku, 10. Měření tlaku (s aplikacemi), 11. Měření mechanického napětí, 12. Měření povrchového napětí a viskozity, 13. Měření vlhkosti a rosného bodu (s aplikacemi), 14. Měření teploty a tepla, 15. Meteorologická měření, 16. Měření elektrického náboje a proudu, 17. Měření elektrického napětí, 18. Měření elektrického odporu (s aplikacemi), 19. Měření kapacity a indukčnosti (s aplikacemi), 20. Měření zemského magnetického pole (s aplikacemi), 21. Měření rychlosti zvuku, 22. Měření rychlosti světla (včetně Michelsonova pokusu), 23. Měření v geometrické optice (ohniskové vzdálenosti čoček a zrcadel), 24. Měření zvětšení optických přístrojů (lupy, dalekohledu, mikroskopu), 25. Optická spektrometrie (s aplikacemi), 26. Měření v astronomii a astrofyzice, 27. Rentgenoskopie (s aplikacemi), 28. Měření radioaktivity.

Podstatný obsah přednášek z *Historie měření* a další materiály k výuce jsou studentům Univerzity Hradec Králové dostupné na serveru (intranetu) UHK **hera:sw\$(Y:)** v oddíle UKÁZKY pod jménem přednášejícího učitele, ve složce „Historie měření“. Adresa odkazu na serveru naší univerzity tedy je **Y:UKAZKYVybiral.Bohumil\Historie měření**.

## **2. Historické měřicí přístroje ve sbírkách škol a muzeí**

Ve fyzikálních sbírkách škol různého typu (dokonce i některých základních škol) lze najít zajímavé historické přístroje a demonstrační pomůcky. Jde zejména o školy založené před sto a více lety. Na přelomu 19. a 20. století totiž existovala řada firem, vyrábějících pro výuku fyziky i pro fyziku jako vědu přístroje, které byly nejen precizní co do funkce a řemeslného provedení, ale také krásné na pohled. K takovým českým firmám patřila až do znárodnění průmyslu v roce 1948 především pražská *FYSMA*, dále firmy *LOGIA* a *Kment*. Ovšem české školy zásobovaly také německé firmy jako *PHYWE* a *Leybold* – založená již r. 1868 (obě firmy úspěšně působí na trhu dodnes) a také firmy *Max Kohl Chemnitz* a *Ferdinand Bernecke* (založená r. 1859). Velký německý koncern *Siemens-Halske* měl rovněž divizi fyzikálních přístrojů a demonstračních pomůcek. Historické přístroje vyráběné těmito firmami jsou dnes pro svou estetičnost bohužel vyhledávaným artiklem různých zlodějských mafií. Řada škol v Čechách a na Moravě byla v posledním desetiletí takto surově vykradena a přístroje nenávratně zmizely v nějakých soukromých sbírkách anebo v bazarech. Je třeba si vážit důvtipu a umu našich předků a tyto technické poklady na školách, kde ještě zůstaly, dobře zabezpečit proti zcizení.

Je velmi záslužné, že historii měření věnují pozornost také některá muzea, zejména technická. Naše *Národní technické muzeum* v Praze má ve svých sbírkách také početnou kolekci fyzikálních měřicích přístrojů a soustav, avšak sbírky jsou už několik let pro rekonstrukci budovy nepřístupné (muzeum bude zpřístupněno v r. 2010). Dalším českým muzeem je *Technické muzeum v Brně*, kde je však fyzikálních měřicích přístrojů poskrovnu; měl jsem však zde možnost v r. 2008 zhlédnout dočasnou velmi zajímavou expozici soukromé sbírky fyzikálních přístrojů a technických kuriozit velmi schopného jemného mechanika Karla Šebely (1912-2002). Nejkrásnější sbírky z oblasti techniky a fyziky má *Deutsches Museum* v Mnichově. Tomu také odpovídá velká návštěvnost nejen mládeže, ale i celých rodin za zvýhodněné vstupné – zájem, který bychom v českých podmínkách rovněž velmi uvítali. Některé přístroje a experimenty si zde může návštěvník sám oživit a sám provést

kvalitativní pozorování (v brněnském technickém muzeu mají k tomuto účelu zřízeno přímo fyzikální laboratoř pro školní mládež). Prim v muzeích s fyzikální tematikou bezpochyby má *Museo di Storia della Fisica* velké italské univerzity v Padově (*Università degli Studi di Padova*). Je to univerzita s tradicí již od r. 1222, které si dovede patřičně vážit; učil na ni i Galileo Galileji a Alessandro Volta. Muzeum vydalo i katalogy svých sbírek [7], [8]. Krásné fyzikální a astronomické přístroje s původem již od roku 1600 má *Mathematisch-Physikalischen Salon* (viz katalog [4]). Muzeum je součástí galerie *Zwinger* v Drážďanech – ovšem nyní je již několik let v rekonstrukci; zpřístupněno bude r. 2010.

Autor tohoto příspěvku získal roku 2008 grant Fondu rozvoje vysokých škol (FRVŠ) na projekt *Historie měření – multimediální tvorba nového studijního předmětu*. Práce na výstupu tohoto projektu ještě nebyly ukončeny, avšak podařilo se již získat a uspořádat fotografický obrazový materiál (asi 1100 fotografií) řady starých přístrojů a technických zařízení v některých školních sbírkách a muzeích. Fotografoval jsem fyzikální přístroje na Pedagogické fakultě Univerzity Hradec Králové, na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze, v „Deutsches Museum“ v Mnichově a v Technickém muzeu v Brně. Plánovanou návštěvu muzea „Museo di Storia della Fisica“ v Padově se mi z technických důvodů již nepodařilo uskutečnit. V Drážďanech jsem jako náhradu za dosud neotevřený „Mathematisch-Physikalischen Salon“ navštívil jen „Verkehrsmuseum Dresden“. Návštěvu Národního technického muzea v Praze není také možné pro jeho prodlužovanou rekonstrukci uskutečnit.

Ukázky některých zajímavých přístrojů z těchto akcí jsou v obrazové příloze tohoto příspěvku (obr. 1 až 12).

### 3. Internetové zdroje k historii měření

Internet poskytuje množství informací všeho druhu a tudíž nám může, při pečlivém prohlížení, poskytnout také mnohé informace k různým oddílům historie fyzikálního měření. Např. na českém internetu lze mj. najít článek [18], který se zabývá historií měření světla, avšak jen velmi schematicky (je zřejmě určen širšímu okruhu čtenářů). Pochopil jsem, že na internetu obecně jde především o obchod a tak zde při „brouzdání“ narazíte na různé obchodní nabídky. Zajímáte-li se např. o měření času, nacházíte stovky nabídek na hodiny a hodinky, nejčastěji na digitální stopky anebo i na současné dokonalé měřiče času, používané v astronomii. Lze však také narazit i na nabídku pěkného výukového programu *Čas a jeho měření*, který je určen pro 2. st. ZŠ (*Pojem času a jeho vnímání, historie měření času od počátku civilizace po současnost, základní časové jednotky*).

Nejúplnějši a také docela solidní informace všeho druhu na internetu poskytuje WIKIPEDIE – *otevřená encyklopedie*. Lze ji zde otevřít dokonce ve 264 jazykových mutacích; přičemž nejúplnějši je v angličtině: <http://en.wikipedia.org> (obsahuje 2 848 672 článků). Kategorii *Fyzika* v podkategorii *Měřicí přístroje* můžeme otevřít ve 34 jazykových mutacích. V české mutaci má 57 internetových stránek [14], kdežto v anglické mutaci *Measuring instruments* je to 384 stránek [15].

Podívejme se, jak je z historického hlediska vývoje přístrojů ve WIKIPEDII bohaté např. heslo, které se týká vah a vážení. V angličtině *The Balance (balance scale)* má obsah velikosti asi 5 tištěných stránek a několik obrázků, v německé mutaci (*Waage*) je zde obsah větší (6 str.), kdežto česká mutace (*Váhy*) zahrnuje obsah asi na 4 stránky. Z hlediska historie zde v žádné není nic pozoruhodného. Dále např. měření tepla – heslo *kalorimetr (calorimeter)*. Nejobsáhlejši je opět anglická mutace, která má originální náčrt historicky zajímavého přístroje (*ice-calorimeter*) – z r. 1782-83, od Antoine Lavoisier a Pierre-Simon Laplace, viz obr. 1 [16]. Týž obrázek obsahuje také italská mutace a již žádná jiná (ani ne francouzská, i když šlo o Francouze). Další zajímavostí může být přístroj na měření elektrického výkonu (*wattmeter*), sestavený na principu elektrodynamometru – tj. soustavy dvou vzájemně zkřížených magneticky interagujících cívek, přičemž jednou prochází proud stejný jako spotřebičem a druhou proud úměrný napětí na něm. Náčrt Siemensova elektrodynamometru z r. 1910 obsahuje opět jen anglická mutace (tj. ani ne německá) – viz obr. 14 [17].

Nedělal jsem již další podrobný průzkum internetových zdrojů. Lze si však udělat dílčí závěr, že na internetu můžeme při určité trpělivosti najít hodně dílčích informací také k problematice měření a rovněž jeho historie. Solidní souhrnnou informaci, vztahující se alespoň k jednomu fyzikálnímu oboru, jsem nenašel. Tady jsme spíše odkázáni na nemnohé monografie (typu [6]), na katalogy (např. [7], [8]) anebo na vlastní výzkum. Fotografií starých přístrojů je na internetu velmi poskrovnu a pokud se něco najde, tak jde



Obr. 1: Ledový kalorimetr [16]

o snímky v malém rozlišení (to odpovídá možnostem internetu). Tady je opět největší spolehnutí na vlastní fotoaparát a na návštěvu nějakého solidního technického nebo specializovaného muzea či školní sbírky. Přiznám se, že když jsem se začal zabývat myšlenkou historie fyzikálního měření s využitím internetu, očekával jsem větší úspěch.

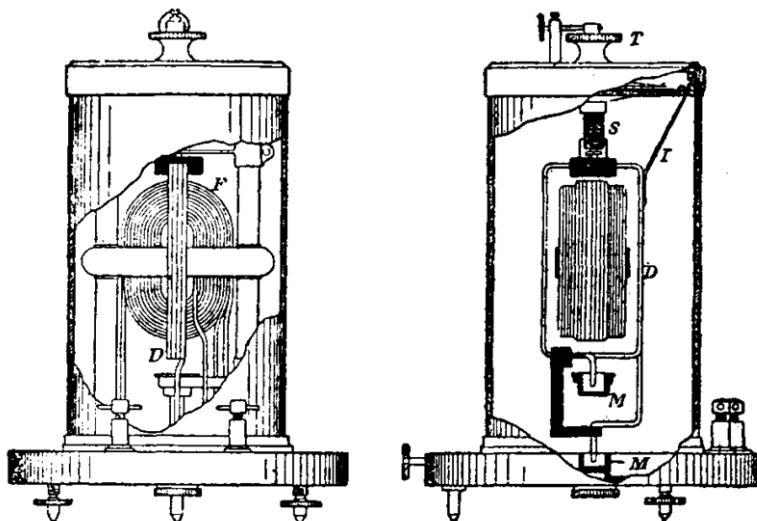
### 4. Historie měření jako motivační činitel a závěrečná doporučení

V dnešní době, kdy předmět *Fyzika* na školách různých stupňů trpí chronickým nezájmem žáků (i rodičů), je třeba hledat různé motivační činitele, které by zájem o fyziku zvýšily. Tímto problémem jsem se zabýval i v jiných svých příspěvcích (např. [9], [11], [12]). Zde podtrhuji roli historie měření jako činitele, kde vidíme jak do objektivně probíhajícího děje vstupuje subjekt – člověk, který děj pozoruje a který si k tomu musí vytvářet observační prostředky (metody a přístroje). To celé vytváří dobrodružství poznání, které poutavě podáno a ve vhodný okamžik uvedeno, nepochybně zvýší motivaci pro studium fyziky jako takové. Návštěva technických muzeí a prohlídka starých precizně řemeslně vyrobených přístrojů přináší ještě jeden efekt – již na pohled jde o krásné kousky, které v návštěvníkovi musí rovněž zanechat i umělecký dojem a úctu k umu našich předků. Taková návštěva muzea je tedy bezpochyby i příspěvkem k žádoucímu rozvoji estetického cítění současné generace.

S přístroji je třeba umět zacházet – pracovat s nimi. K tomu je nutná práce a dostatečná praxe ve fyzikální laboratoři. I u studentů špičkového nadání, kteří se vypracují mezi nejlepší padesátku v republice, se setkáváme s nedostatky ve schopnosti a zručnosti dobře ovládat přístroje a vyhodnocovat data získaných měření (to dokonce platí i pro nejlepší pětice pro Mezinárodní fyzikální olympiádu; proto jsem také napsal text [10]). Chvályhodná je každá iniciativa, která vede k aktivitě v práci s přístroji, v laboratorní činnosti ve škole i doma – ať už se jedná o klasické metody měření nebo s využitím počítače a internetu (viz např. [2], [3]).

Na závěr shrnu některé vhodné a osvědčené motivační činitele pro studium fyziky na všech stupních škol, které souvisí s fyzikálním měřením a také s jeho historií:

- Při výkladu látky uvést příslušný fundamentální fyzikální experiment [11], upozornit na historické souvislosti a zajímavosti. Vhodné je experiment demonstrovat alespoň v jednoduché formě reálně (pokud lze) anebo předvést kopii historického materiálu, který se k němu vztahuje anebo i provést jeho počítačovou animaci.
- Upozornit na význam měření probírané fyzikální veličiny – ukázat přístroj anebo jeho obrazovou reprodukci, uvést zajímavosti z jeho vývoje.
- Uvést vhodné využití fyzikálního jevu – zejména jeho technické aplikace [12]. Toto je nesmírně důležité již od útlého dětství – přispívá to mj. k poznání, že fyzika je ve své podstatě nejen krásná, ale i velmi užitečná.
- Provádět důsledně laboratorní měření (klasicky i s počítačem) a tak významně přispívat ke zlepšení manuální zručnosti studentů. Klást přitom důraz na tvůrčí experimentální úlohy [9] a tak přispívat k rozvoji tolik potřebné invence u mládeže.
- Školní výlet nebo exkurzi vhodně spojit s návštěvou technického muzea a propojit tak školskou fyziku s fyzikální a technickou realitou, historií a bezpochyby i s estetikou.



Obr. 2: Elektrodynamometr – wattmetr [17]

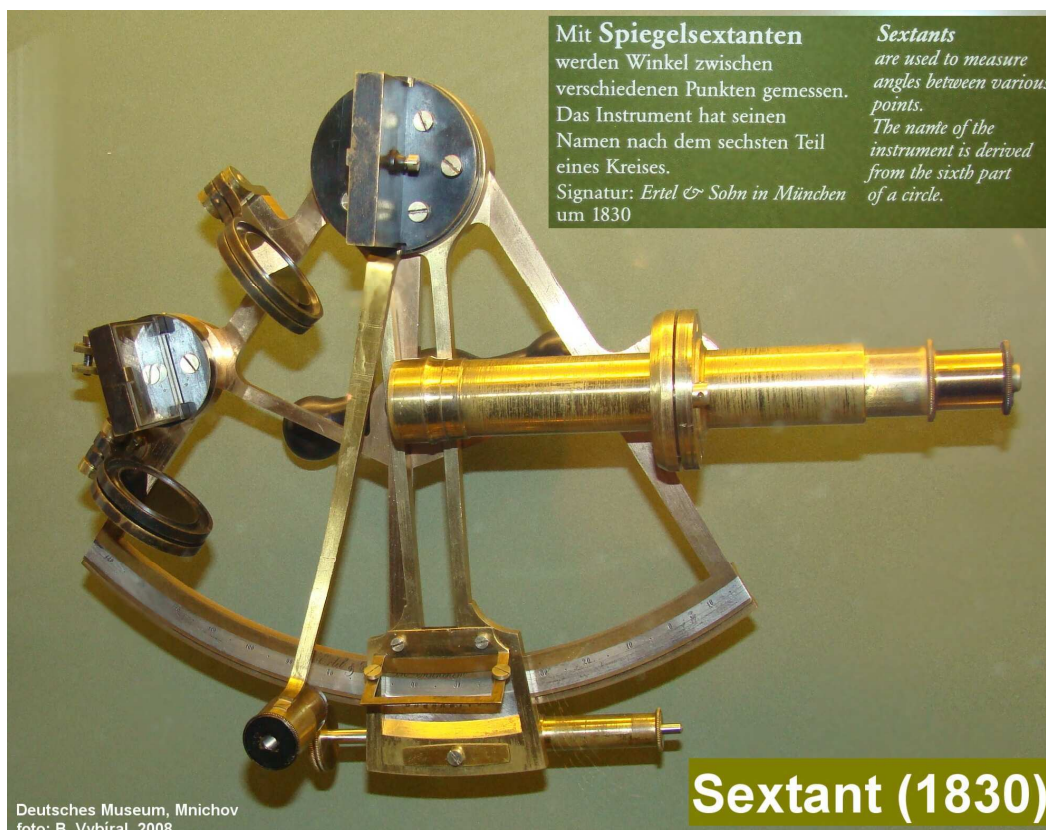
## Literatura

- [1] Brož, J. ad al *Základy fyzikálních měření (I)*. 524 s. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1967.
- [2] Gutten M., Kúdelčík, J., Brandt M. Možnosti laboratorních meraní cez internet. In: *DIDFYZ 2006 – Rozvoj schopnosti žiakov v prírodovednom vzdelávaní*. Zborník abstraktov a príspevkov (na CD-ROM) z XV. medzinárodnej konferencie. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa, 2007.
- [3] Hubeňák, J. Fyzikální měření pro učitele. In: *DIDFYZ 2006 – Rozvoj schopnosti žiakov v prírodovednom vzdelávaní*. Zborník abstraktov a príspevkov (na CD-ROM) z XV. medzinárodnej konferencie. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa, 2007.
- [4] Korey, M. *Die Geometrie der Macht*. 64 s. Berlin: Deutscher Kunstverlag, 2007.
- [5] Lublinski, J. Měření světa. *GEO*, 6/2008, s. 84–99.
- [6] Robinson, A. *The Story of Measurement*. 224 s. London: Thames & Hudson, 2007. Překlad do češtiny: *Jak se měří svět (příběhy z dějin měření)*. 224 s. Praha: Euromedia, k. s. – Knižní klub (Universum), 2008.
- [7] Università degli studi di Padova, Dipartimento di Fisica „Galileo Galilei“: *Duecento anni di elettricità*. 180 s. Padova: Museo di Storia della Fisica, 1995.
- [8] Università degli studi di Padova, Dipartimento di Fisica „Galileo Galilei“: *Duecento anni di Fisica a Padova*. 186 s. Padova: Museo di Storia della Fisica, 1996.
- [9] Vybíral, B. Za tvůrčí experimentální úlohy ve výuce fyziky. In: *DIDFYZ 2000 – Ciele vyučovania fyziky v novom miléniu*, s. 97–101. Nitra: Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa, 2001.
- [10] Vybíral, B. *Zpracování dat fyzikálních měření*. Knihovnička fyzikální olympiády č.52, 72 s. Hradec Králové: MAFY, 2002.
- [11] Vybíral, B. Fundamentální experimenty ve fyzice. In: *XXIII. International Colloquium on the Acquisition Process Management*. Sborník abstraktů a příspěvků (na CD-ROM). Brno: University of Defence, 2005. Publikováno tiskem: *Matematika, fyzika, informatika*. 15 (5/2006), s. 274–287.
- [12] Vybíral, B. Technické aplikace fyziky – motivační činitel procesu poznávání. In: *DIDFYZ 2006 – Rozvoj schopnosti žiakov v prírodovednom vzdelávaní*. Zborník abstraktov a príspevkov (na CD-ROM) z XV. medzinárodnej konferencie. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa, 2007.
- [13] Vybíral, B. Obecné principy fyziky. *Obzory matematiky, fyziky, informatiky*. 37 (1/2008), s. 48–66.
- [14] [http://cs.wikipedia.org/wiki/Kategorie:M%C4%9B%C5%99ic%C3%AD\\_p%C5%99%C3%ADstroje](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kategorie:M%C4%9B%C5%99ic%C3%AD_p%C5%99%C3%ADstroje)
- [15] [http://en.wikipedia.org/wiki/Category:Measuring\\_instruments](http://en.wikipedia.org/wiki/Category:Measuring_instruments)
- [16] <http://en.wikipedia.org/wiki/Calorimeter>
- [17] <http://en.wikipedia.org/wiki/Wattmeter>
- [18] Kaizr, V.: Měření rychlosti šíření světla. [http://aldebaran.cz/bulletin/2004\\_s1.html](http://aldebaran.cz/bulletin/2004_s1.html)

Obrazová příloha



Obr. 3: Chronometr prof. Č. Strouhala (MFF Univerzity Karlovy v Praze)

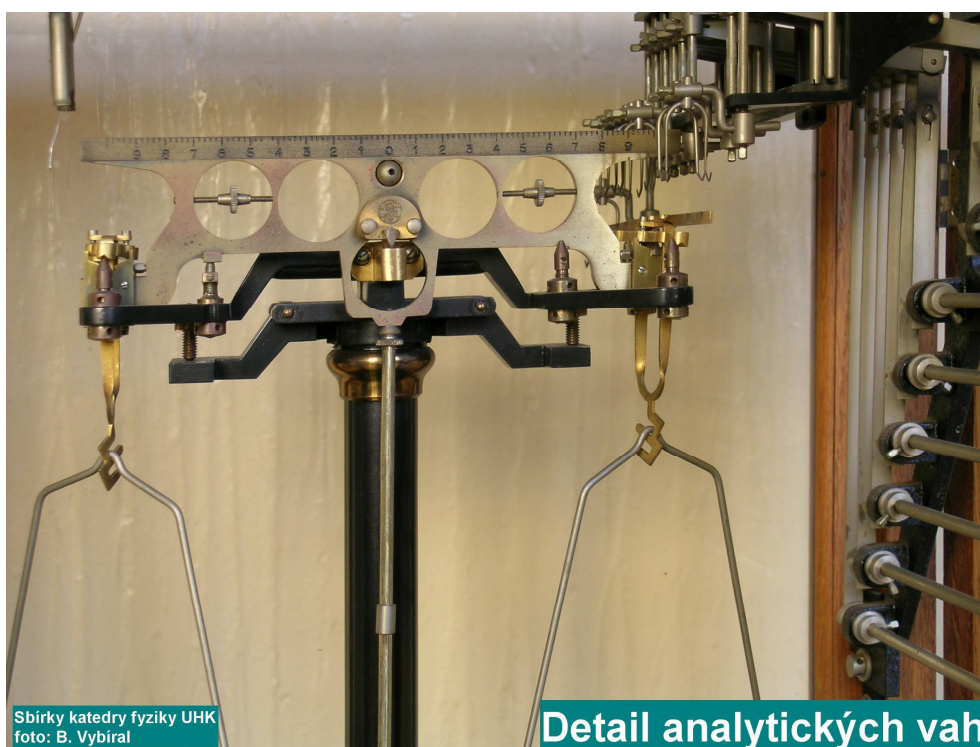


Obr. 4: Sextant (Deutsches Museum, Mnichov)

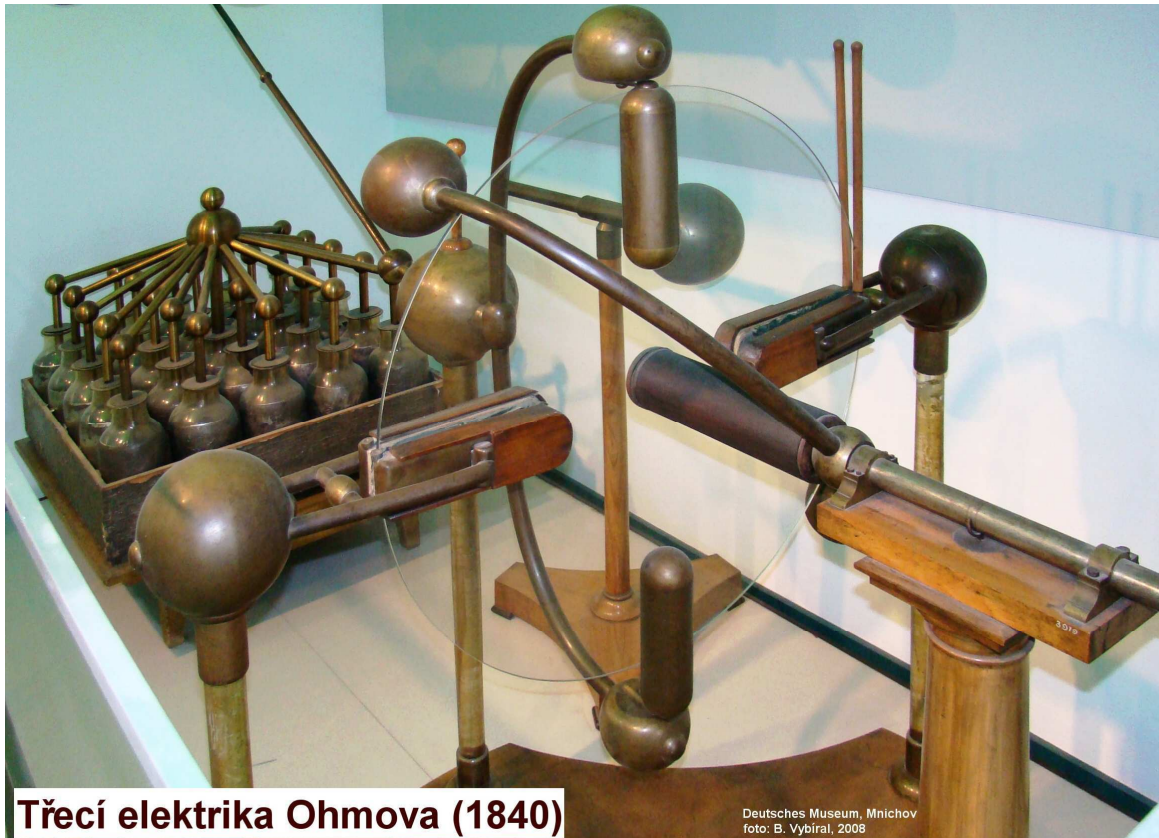




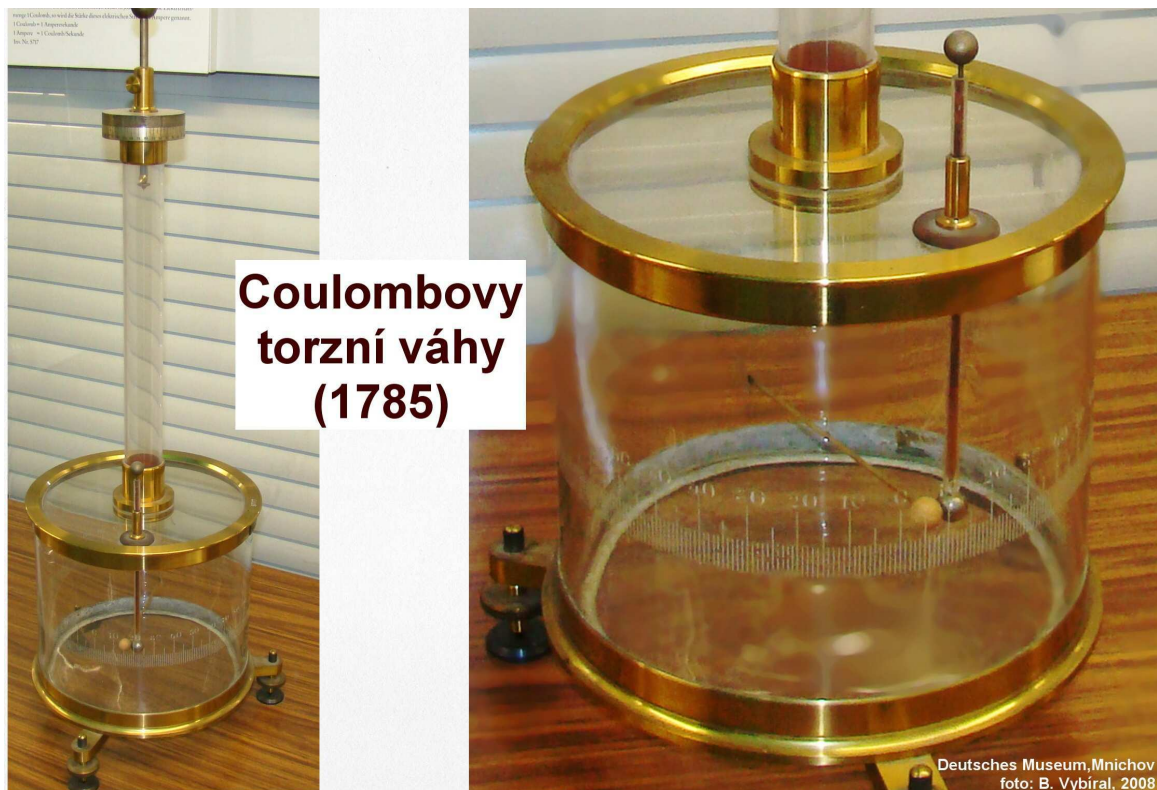
Obr. 5: Analytické váhy z poč. 20. stol. (sbírky katedry fyziky, Univerzita Hradec Králové)



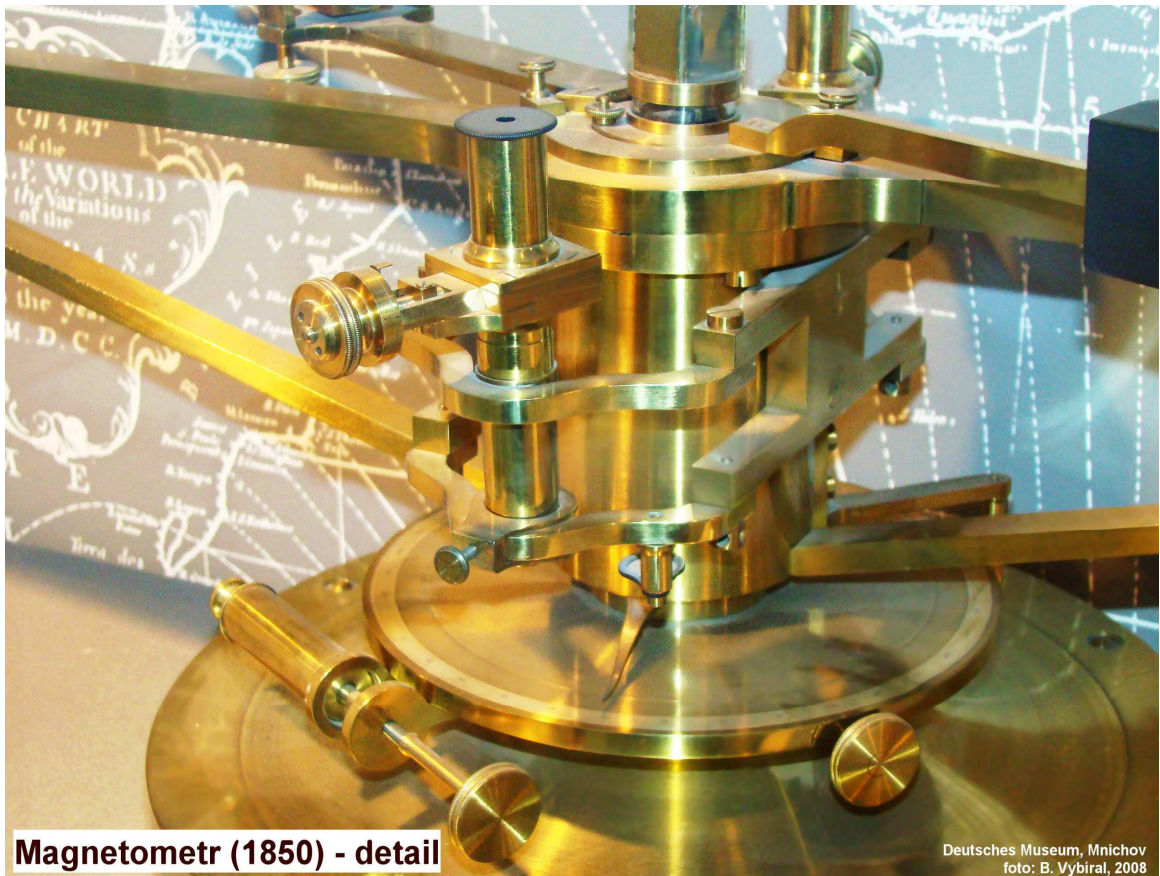
Obr. 6: Analytické váhy - detail (sbírky katedry fyziky, PdF Univerzita Hradec Králové)



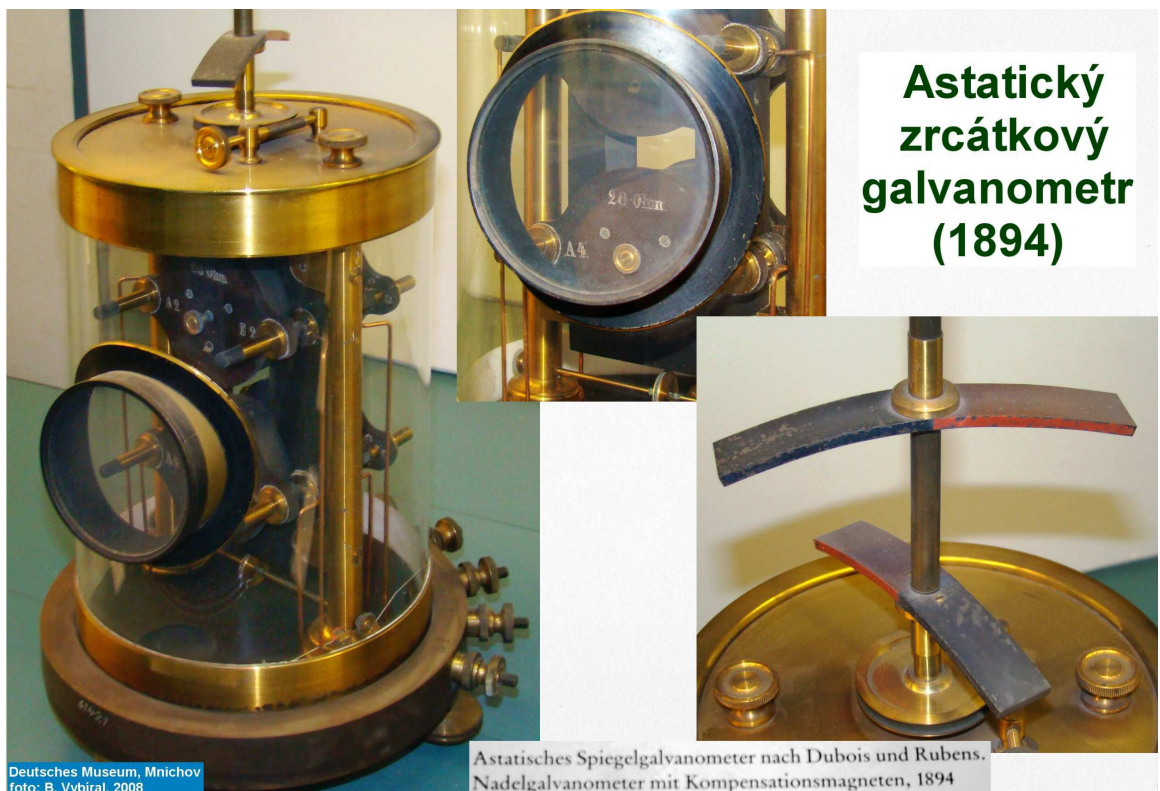
*Obr. 7: Ohmova třecí elektrika (Deutsches Museum, Mnichov)*



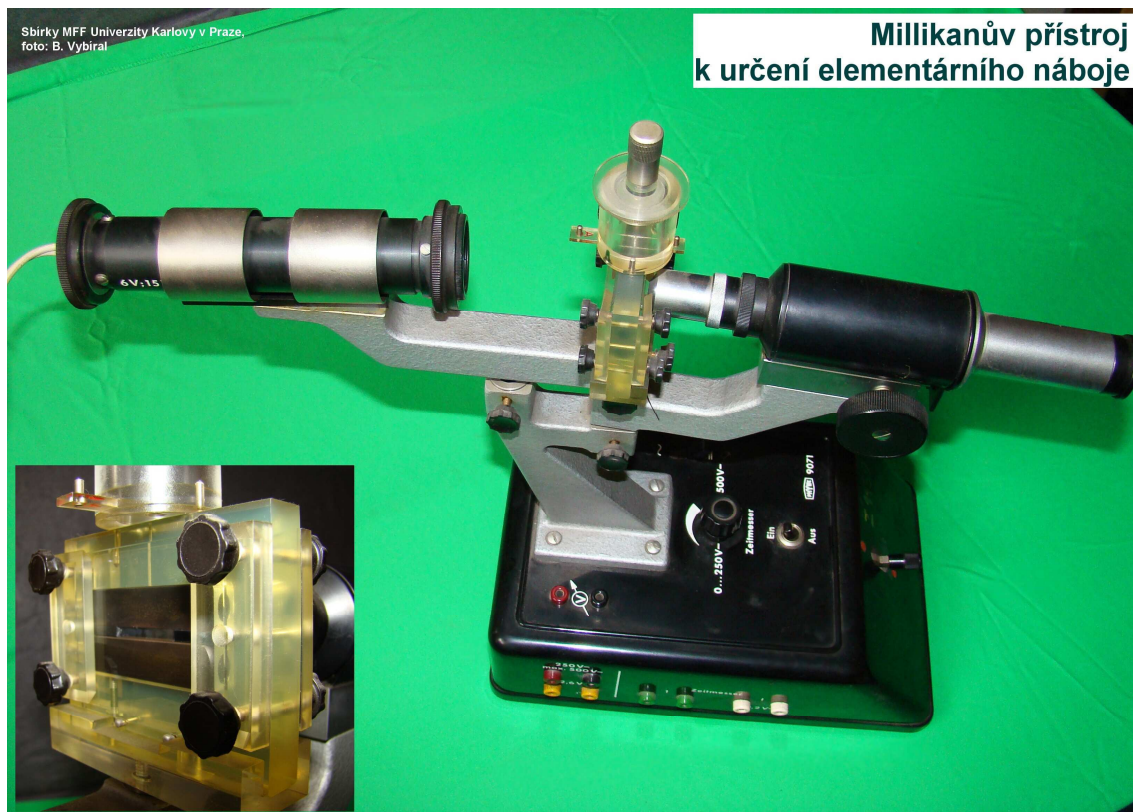
*Obr. 8: Coulombovy elektrostatické torzní váhy (Deutsches Museum, Mnichov)*



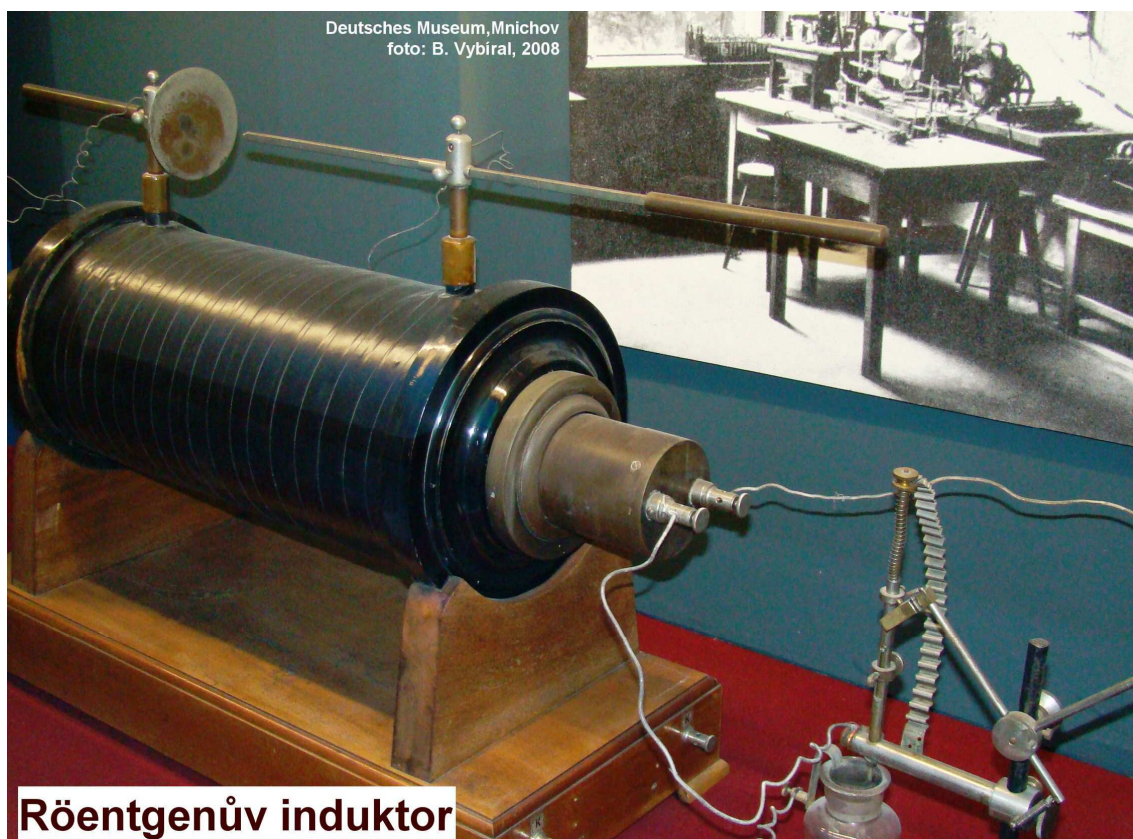
Obr. 9: Magnetometr (Deutsches Museum, Mnichov)



Obr. 10: Astatický zrcátkový galvanometr (Deutsches Museum, Mnichov)



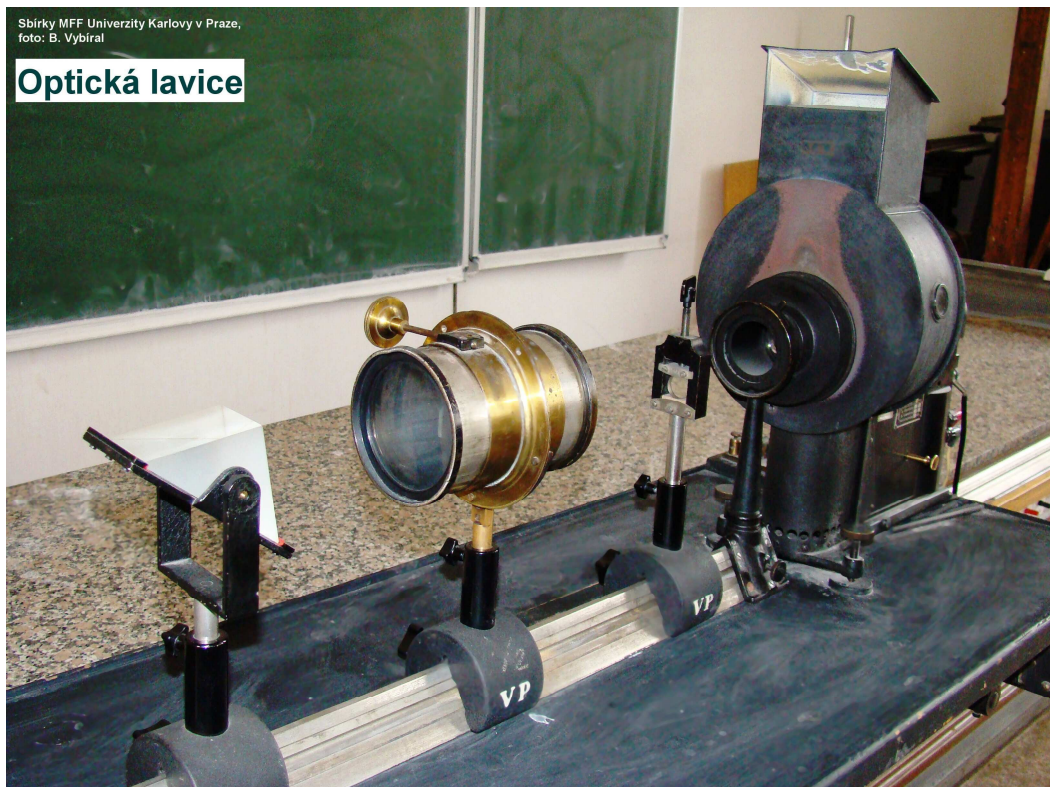
*Obr. 11: Millikanův přístroj k určení elementárního náboje (MFF Univerzity Karlovy v Praze)*



*Obr. 12: Původní Röntgenův induktor (Deutsches Museum, Mnichov)*



Obr. 13: Původní Röntgenova rentgenka (Deutsches Museum, Mnichov)



Obr. 14: Demonstrační optická lavice (MFF Univerzity Karlovy v Praze)

## Teaching Digital Signal Processing with MATLAB

*Daniel Aichinger, Department of General Physics, Faculty of Education, University of West Bohemia*

Nowadays, in many scientific disciplines including signal processing applications, complex computer-based simulation software platforms are used. In physics and mathematics teacher education, however, it is still not common to use such creative software tools. Instead of that, mostly simple animations and sound samples with restricted functionality are used. This article concentrates on using computational software MATLAB® for visualization and auralization of speech and audio signals in physics teacher education. Using MATLAB helps students to better understand the mathematical principles behind the digital signal processing of speech and audio by associating the formulas in the program code with direct sense experience.

### **What is MATLAB?**

One of the most important numerical computing environments in digital signal processing has been, since 1980, MATLAB®, created by MATHWORKS. The abbreviation MATLAB consists of the two words “MATrix” and “LABoratory”, which means it is a mathematical interpreter language for vector arithmetics and linear algebra. It also makes it possible to simulate and solve typical signal processing problems. MATLAB is the contemporary standard tool used by more than 3500 universities and colleges all around the world in both education and research. There are special toolboxes for many fields of study from mathematics and physics to complex signal processing, engineering applications or economical market analysis.

The basic element in MATLAB is a matrix. Matrix representation includes scalars, vectors and n-dimensional arrays with real and complex numbers. Discrete-time audio signal is a special kind of matrix. The number of its rows defines the number of audio channels; the number of columns defines the signal length in samples. Sample values have to be normalized into the range of -1 to +1, otherwise they are clipped. Audio sampling frequency is not a part of the signal matrix and has to be defined as parameter in particularly functions.

MATLAB uses three data types. The most important of them is “**double**”, a number in double precision float notation (64 bit), where the first bit is the sign, 52 bits are devoted to the mantissa and 11 bits to the exponent. That gives the user great dynamic range and at the same time extreme precision. Complex numbers are implemented as two real numbers according to the formula  $c = a + b i$ , where  $i$  is the imaginary unit. Data type “**char**” allows the user to write functions and text comments. The third data type “**logical**” is used in Boolean algebra and handles with values 1 for “true” and 0 for “false”. MATLAB functions like basic arithmetic operations, standard functions and Boolean operations can be extended with special add-on toolboxes and by programming own user-defined functions. There are also very useful visualization functions, which can be extended by the user.

### **How to use MATLAB in teaching acoustics and digital audio signal processing**

When using MATLAB, first you formulate the problem to be solved as a mathematical problem. Afterwards, you implement the physical and mathematical description of the system in MATLAB code, then add the solution idea, simulate the system behavior with different parameters and optimize the code. The final MATLAB code can also be used for implementation of the solution as a piece of hardware in an embedded system.

### **Creating basic signals**

In MATLAB, all basic signals can be created using appropriate functions. White noise can be easily created as a pseudo-random number sequence with zero mean (different methods and stochastic properties possible) and afterwards, it can be scaled or spectrally formed by filters. Also pulses and series of pulses can be created as a signal matrix. For example, a simple Dirac impulse approximation can be implemented as one maximum value (+1) and all other samples in the matrix zero. Simple tones, complex tones or chords use standard goniometric functions as tone generator. There is also a recording function in MATLAB which allows you to record sound over a microphone or digitalize desired signals from external signal sources and save the signal matrix as a wave-file. Actually, every matrix can be converted into a sound file, with length and number of channels defined by matrix dimensions.

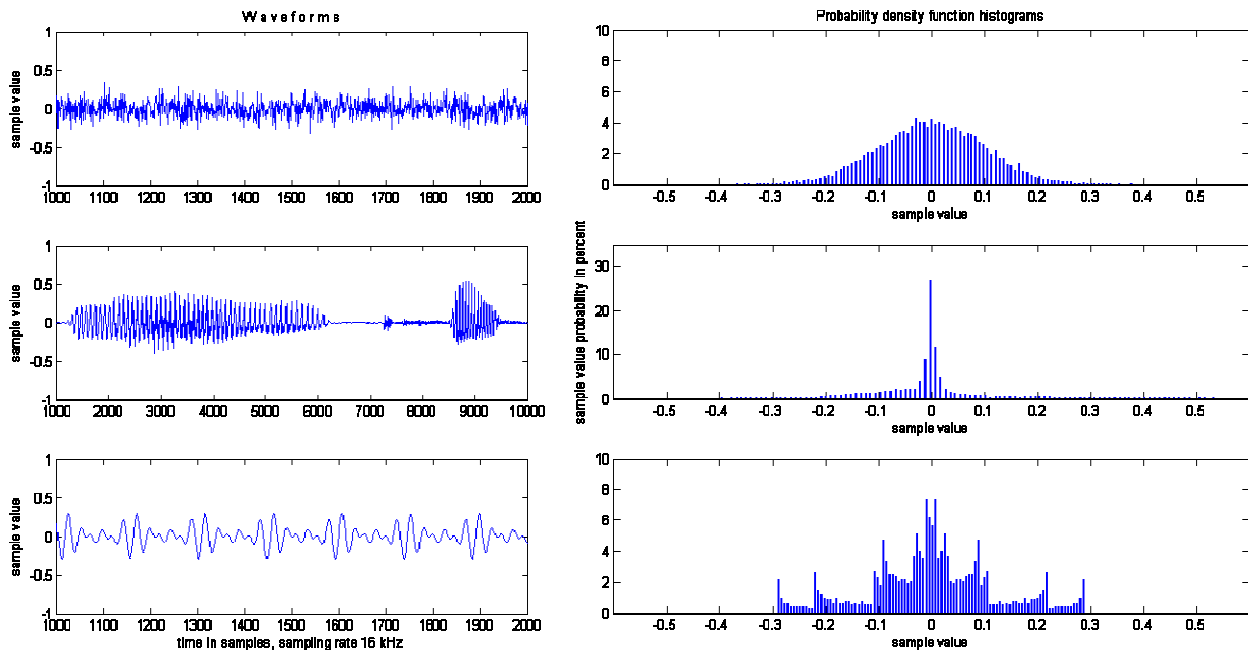


Fig. 1: Waveform (left) and probability density function with 100 intervals (right) of white noise (standard deviation 0,1, nearly Gaussian distribution), female speech (notice different scales) and A major chord

## Analysis tools

When working with speech and audio signals, it is useful to visualize signal properties in both the time domain and the frequency domain, and also to view stochastic properties of analyzed signals.

Figure 1 (left) shows typical **time domain representation**: sample values of the signal plotted in dependency of time, simply called the signal-waveform. This representation provides the information about temporal energy distribution over the length of the signal, enables visual identification of signal periodicities or for example visual differentiation of pauses, vocals and consonants in speech signals. A zero crossing function (not shown) checks for signal sign and thus gives exact information about signal periodicities. Also, the autocorrelation function (ACF, not shown) provides information about signal periodicities and signal energy in the analyzed block of samples. The cross correlation function (CCF) reveals whether two signals were created by the same signal source and the same underlying process. It shows periodicities and gives, for example, the information about the source position (angle of arrival) in two- or typically multiple-channel microphone-array recordings as peak shift in CCF caused by different delay (time of arrival) in individual channels.

Very important signal properties are **stochastic properties**. Discrete signal values are handled as number sequences and enable to count for the variance, linear mean or probability density function histogram (figure 2 right). These signal statistics help to distinguish between different kinds of signals in automatic speech recognition or help, for example, to create an efficient Huffman code in lossless audio coding.

In **frequency domain**, all standard tools for spectral analysis are available. In predominant use is the power spectral density estimate periodogram, which provides the information about energy distribution over the entire frequency spectrum in one block of data samples. MATLAB audio toolbox features many additional Fourier transform based functions and filter banks for spectral analysis. The user can also choose from a range of standard predefined weighting windows like triangular, Gauss, Blackman, Hamming or Von Hann window (mistakenly called often Hanning window) or define an own windowing function for weighting the block of sample data before the discrete Fourier transform or its fast implementation (FFT) is performed.

## Signal modification

When studying audio signal processing, it is very important for the students to try out what they have learned theoretically. In signal processing toolbox, many complex functions for modifying audio signals can be found. Beginning with sampling (resampling) and quantization (requantization) of signals, where rounding errors in time and aliasing effects in spectral domain can be shown, students approach more and more complex functions. Figure 2 shows how quantization works and how rounding of signal values leads to quantization error.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

MATLAB is a great environment for filter design and the design of filter banks, adaptive filters or for dynamic range modification like compressor, expander and gate or limiter design. The great thing on MATLAB is that you have two direct sense outputs from your system. You can evaluate plots visually, but for audio signals you can also get the result as sound output. For visual content, you get the modified picture or video sequence on the output. When implementing functions for use in audio applications, students have to learn to work not only with objective measures like signal to noise ratio (SNR), but also to listen to the signal and evaluate their results subjectively with the hearing. This whole principle can be called the visualization and auralization principle, where the visual part are MATLAB plots like waveforms, short time spectra or voiceprints, and the aural part is the direct perception and sense experience enabled by MATLAB sound output.

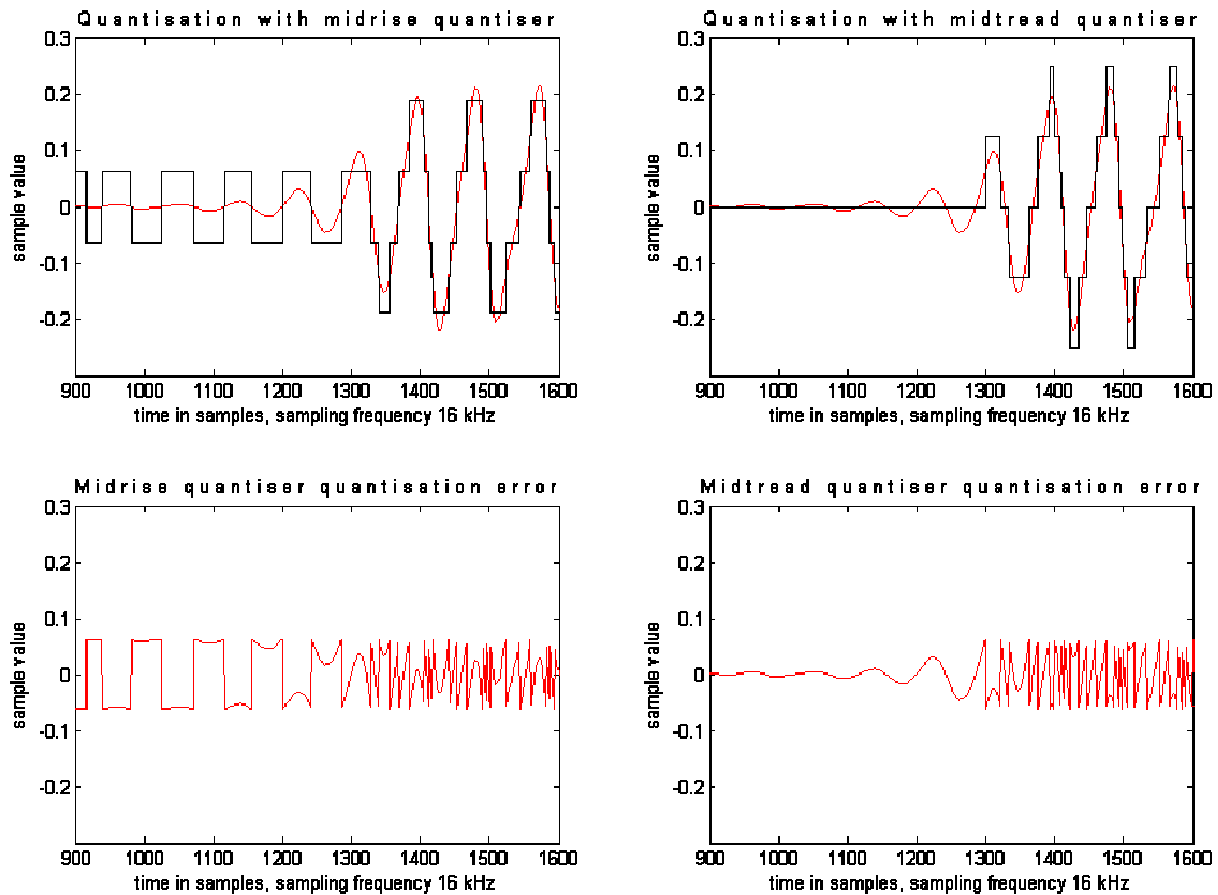


Fig. 2: Quantization of speech signals: above original Waveform of silent speech (16 bit, smooth curves), 4 bit requantization with uniform midrise quantizer (left above), 4 bit requantization with uniform midtread quantizer (right above) and below the quantization error for both quantizers (midtread left, midrise right)

## How to teach with MATLAB

There are many books on the market which help you to get familiar with basic MATLAB functions, many universities and colleges offer MATLAB courses, but on the secondary level and in teacher education, MATLAB is not so well-known. That does not mean that it is not suitable for teachers and for pupils. It is indeed very suitable for teaching mathematics and physics on the secondary level. In contrast to JAVA and similar simulation software used in schools, MATLAB is a more powerful tool, providing an educational progress supported by one creative platform to be used practically without boundaries from basic to research level.

Dear teachers and professors, please consider using simple MATLAB examples in your lectures, and give the MATLAB-code to the students afterwards, so that they can modify the parameters and get the feeling of how mathematics and physics work. In acoustics, when an audio signal is processed, students can experience how it sounds! Using MATLAB in exercises or even offering MATLAB-based exercises shows the students the practical use of what they have learned theoretically. After computing with pencil and paper there are only abstract numbers as result. Implementing these exercises in MATLAB afterwards gives the students the creative freedom to „play” with formulas, numbers, vectors or, if you see it in a more complex way, to „play” with mathematical and physical models, sounds, pictures or videos.



## **MATLAB® alternatives**

MATLAB® is not a freeware, so every user has to pay for the MATLAB-license. For those users who do not wish to spend a lot of money on software, there are some alternative programs listed above, which are mostly GNU-licensed and easily accessible free of charge:

<b>MATLAB®</b> by MathWorks	<a href="http://www.mathworks.com">http://www.mathworks.com</a>
<b>SCI LAB</b>	<a href="http://www.scilab.org">http://www.scilab.org</a>
<b>GNU Octave</b>	<a href="http://www.gnu.org/software/octave/">http://www.gnu.org/software/octave/</a>
<b>Free Mat</b>	<a href="http://freemat.sourceforge.net/">http://freemat.sourceforge.net/</a>
<b>Python</b>	<a href="http://www.python.org">http://www.python.org</a>

## **Literature:**

- [1] Kellermann, W., Buchner, H., Mabande, E., *Lectures and Supplements to Signal Processing for Speech and Audio*, Universität Erlangen Nürnberg 2008
- [2] Kellermann, W., *Praktikum Digitale Signalverarbeitung*, Universität Erlangen Nürnberg 2008
- [3] Tutorials and learning materials on <http://www.mathworks.com/academia/>

## Experiments with Single Photons

*P. Bronner<sup>+</sup>, A. Strunz<sup>+</sup>, C. Silberhorn\* and J.-P. Meyn<sup>+</sup>*

<sup>+</sup>*Physikalisches Institut, Didaktik der Physik, Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg*

*\*Max-Planck Institute for the Science of Light, Erlangen, Germany*

### Introduction

Quantum physics is a fascinating topic for physics education. Elementary courses on quantum physics are predominantly oriented on the historic development of the theory. Consequently, lecture demonstrations include ground-breaking experiments such as photoelectric effect, Franck-Hertz-Experiment and Compton-Effect. Modern research on the quantum physics of light and matter is usually taught in advanced courses, often on graduate level, although some of these experiments are dealing with quite fundamental issues of physics and would be interesting to undergraduate students and non-specialists as well. We develop demonstration experiments for teaching quantum physics of light based on recent research experiments. To make such experiments available to pupils and students who do not have access to a real laboratory, we have programmed interactive quantum optic screen experiments [1].

### Photoelectric effect

The photoelectric effect is often called a demonstration of the quantum nature of light, since it played a leading role in the early development of quantum physics. However, the standard theory of quantum mechanics tells it differently: Absorption of light is described as quantum jumps of atoms disturbed by a classical electromagnetic wave [2]. The photoelectric effect is therefore no proof for the quantum nature of light. The first demonstration of the quantum nature of light was realized in 1977 [3].

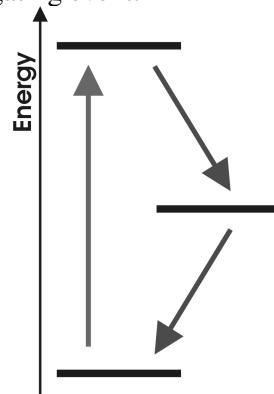
### Attenuated laser light

A widespread misconception is that a single photon can be prepared with an attenuated laser. Poissonian detection is consistent with an atom disturbed by a classical electromagnetic wave. Therefore such experiments are no proof for the existence of the photon as quantum object [4].

### Preparation of a single photon state

Generation of single photons on demand is technically challenging. It is a lot easier to generate single photons at statistically varying points in time. Prediction of photon generation is accomplished by simultaneously generating two photons within a coincidence interval using a cascaded atomic transition (Figure 1), or parametric downconversion, and detecting one photon to specify the time of

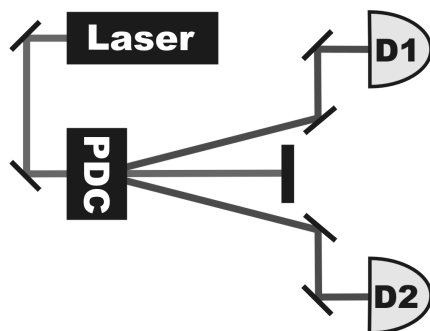
event. The other photon is heralded by the gating event.



*Fig. 1: Model for generation of two photons with atomic transition*

In our experiments, photon pairs are generated by parametric down conversion (PDC). An incident 405nm photon is converted into a pair of so-called signal and idler photons with a wavelength of 810nm by nonlinear optical interaction in a dielectric medium. The PDC photons are generated in a 3mm long barium beta borate

(BBO) crystal with type I non-collinear phase matching. The PDC emission is  $3^\circ$  off the optical axis (Figure 2). PDC photons are detected with fibre coupled avalanche single photon detectors (APD). The method of the preparation of a single photon state implies that one of the PDC photons is detected first and the other photon is available for further experiments. However, the spatial separation of two detectors (40 cm) is smaller than the product of time resolution times speed of light. Therefore, a coincidence event of two detector "clicks" is taken as preparation and detection of a single photon state. With our setup, we obtain single "clicks" at each detector of up to 43 kHz and coincidence rates up to 10kHz. With this heralded single photon source many experiments to the quantum nature of light can be realized.



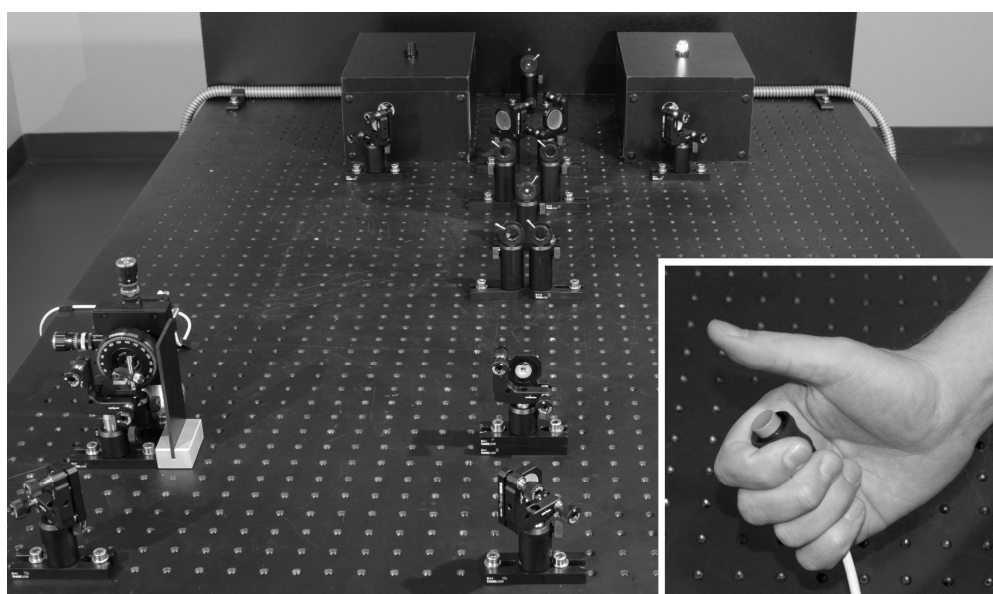
*Fig. 2: Principle of the experiment to measure coincidence events*

### **Focus on quantum optic education experiments**

In didactic literature, the conundrum of quantum physics is illustrated based on single events rather than technical coincidence rates [5, 6]. Accordingly we can run our experiment in a single event mode. Without being evident to the observer, laser pulses are repeated until the first event is detected and the experiment is stopped. The result is then visualized by LEDs on top of the detector boxes. The experiment can be started again with a push-button (Figure 3). Due to the high laser pulse rate, the experiment appears to work instantaneously.

Single photon experiments are obviously very sensitive to background illumination. Our detectors are protected by bandpass filters ( $800 \pm 40$  nm) against diffuse light. There are no other light sources in the laboratory except white LED light modules, which do not emit in the bandpass wavelength range. The running experiment can be explained in the lab at bright LED light to students and it can be filmed and photographed.

For simplification purposes, we split the experimental setup into two parts in some cases. The heralded single photon source is then fed into a polarization maintaining optical fibre and delivered to the actual experiment (Figure 4). The quantum behaviour can be explained separately from the source.



*Fig. 3: Single event mode of the coincidence experiment with push button*

## **Interactive screen experiments**

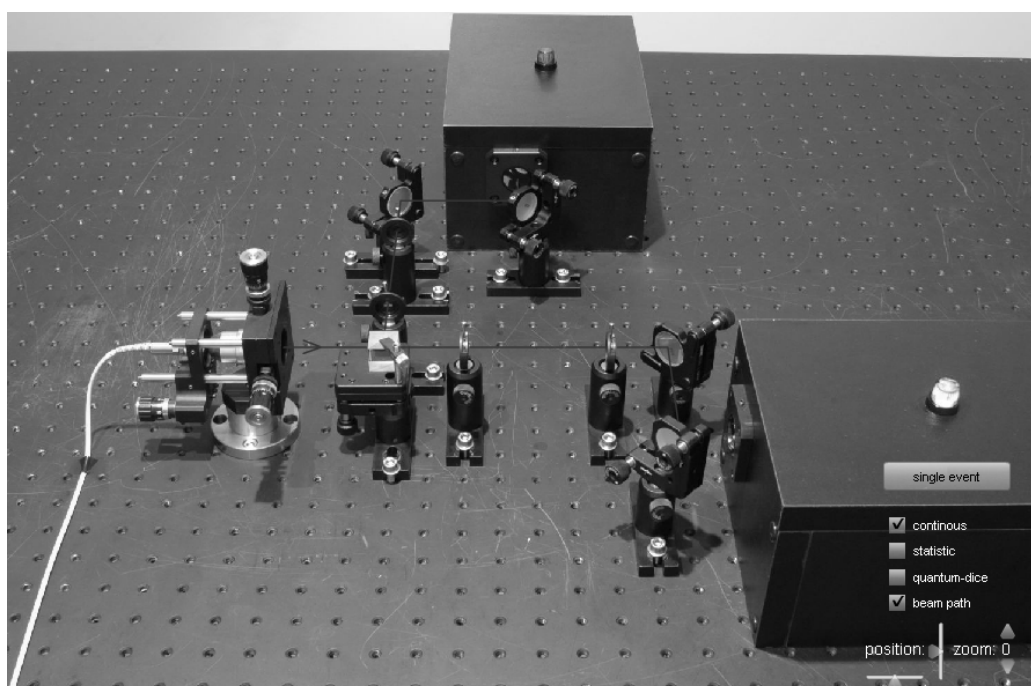
Quantum optic experiments with single photons are expensive and complex, and students would have a limited access to such experiments. We therefore provide interactive screen experiments [7], which we extended for quantum optic experiments. The first step of developing an interactive screen experiment is to set up the real experiment and take data for all settings which are accessible in the ISE. Then the experiment is turned off and for each setting, a photograph is taken with studio illumination. Present technology requires us to limit the file size of an ISE to less than 10 MB. Therefore, the images are scaled down to 1504\*1000 pixels and saved in the JPEG format. For every principal view, a master image is generated and the changing areas are cut out from the subsequent images. All layers are combined in Adobe Flash 9. Each set of layers is associated with the corresponding data obtained in the real experiment. In every ISE the beam path can be shown and the experiment can be zoomed for details (Figure 4).

### **Setup of a quantum optic experiment**

Our quantum optic experiments have up to 40 optical components. To know the meaning of each optical component, we have developed an animation where the whole experiment is built up step by step. For every new optical element that appears in the frame, short explanations are available as inserts. Their basic function of the optical elements is explained, their appearance in the special optical holder can be realized, and the principal idea of the setup can be understood.

### **Quantum random as example**

The random process is, contrary to deterministic classical physics, a foundation of quantum physics. Quantum physics is the only theory which contains intrinsic randomness during development. This fact was very disturbing to many physicists including Albert Einstein who expressed his discomfort saying „I, at any rate, am convinced that he does not throw dice“ [8]. Since the first decades of the 20th century, quantum randomness has been confirmed by theoretical and experimental research. We have developed different quantum random experiments with single photons. In a one experiment we divide the source from the random experiment (Figure 4). The experiment consists of a 50 % beam splitter and detectors in the transmitted and reflected path after the beam splitter. It is not possible to predict the behaviour of a single photon after the beam splitter. To test experiments on true randomness, we collected 100 Mbit of random data. The datafile was tested with a statistical random test from the National Institute of Standard and Technology [9]. The test results confirm a probability of 99,9 % for true randomness.



*Fig. 4: Interactive screen experiment on quantum random divided from source*

## **Further quantum optic experiments**

So far, we have covered five types of experiments: A) Classical optical results such as Malus' law or Michelson's interferometer are confirmed with single photons. The classical intensity variation is replaced by the coincidence rate. B) Proof of non-locality with entangled photons according to different Bell-inequality schemes. C) Hong-Ou-Mandel interference as an example of a quantum interference which cannot be explained in terms of wave optics. D) Principle of quantum cryptography using the BB84 protocol. E) Experiments on the photon statistics of light up to a photon number of  $n=4$ . The development of additional ISEs is in progress. All interactive experiments are available with short explanation via our homepage [www.QuantumLab.de](http://www.QuantumLab.de).

## **Literature**

- [1] P. Bronner, A. Strunz, C. Silberhorn, et al., *European Journal of Physics*, 345, 2009
- [2] L. Mandel, E. Sudarshan, and E. Wolf, *Proc. Phys. Soc.* 84, 435, 1964
- [3] H. Kimble, M. Dagenais, and L. Mandel, *Physical Review Letters* 39, 691, 1977
- [4] R. Loudon, *The Quantum Theory of Light* (Oxford Science Publications, 2000)
- [5] N. D. Mermin, *American Journal of Physics* 49, 940, 1981
- [6] A. Zeilinger, *Einsteins Spuk* (Bertelsmann Verlag Bielefeld, 2005)
- [7] J. Kirstein and V. Nordmeier, *European Journal of Physics* 28, S115, 2007
- [8] A. Einstein, *The Born-Einstein Letters* (translated by Irene Born), 1926
- [9] NIST, National Institute of Standards and Technology <http://csrc.nist.gov/rng/>, 2008

## Fyzika ve výuce počítačových sítí na středních a vysokých školách – Optické vlákno

*Zdeněk Drzota: katedra informatiky v dopravě, DFJP, Univerzita Pardubice*

*Josef Horálek: katedra informačních technologií, FIM, UHK*

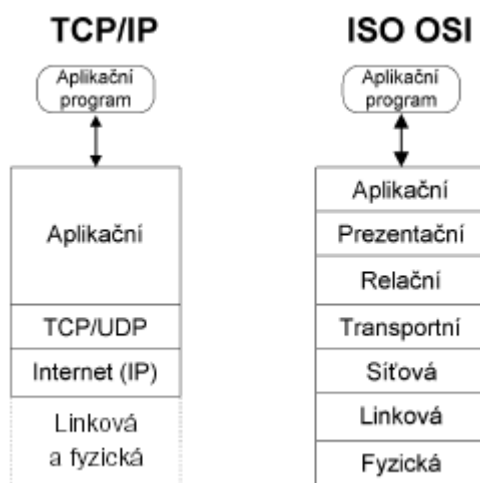
*Ivan Panuška: katedra informatiky v dopravě, DFJP, Univerzita Pardubice*

### Úvod

Na začátek bychom rádi vysvětlili, proč jsme si zvolili toto hraniční téma. Vyučujeme sice na různých vysokých školách (Univerzita Hradec Králové a Univerzita Pardubice), ale také společně na střední škole, Anglické gymnázium, SOŠ a VOŠ Pardubice. Na našich pracovištích se kromě jiného zabýváme výukou počítačových sítí. Na obou univerzitách využíváme pro podporu výuky počítačových sítí Cisco Networking Academy Program<sup>1</sup>. Po dobrých zkušenostech s tímto výukovým programem jsme se jej rozhodli, za podpory vedení školy, zařadit i pro vybrané studenty na výše zmíněné střední škole.

### Fyzika v počítačových sítích

Při výuce používáme klasický model, tedy výklad principu funkce jednotlivých vrstev referenčního modelu ISO/OSI resp. modelu TCP/IP. Výklad začínáme od uživateli nejbližší, tedy aplikační vrstvy a postupujeme až k fyzické vrstvě.



Obr. 1: Vrstvový model ISO/OSI ver. TCP/IP<sup>2</sup>

Zejména na fyzické vrstvě referenčního modelu ISO/OSI resp. modelu TCP/IP nastávají problémy s pochopením samotného principu této vrstvy. Jde o vlastní fyzický přenos dat, který je z podstatné části založen na základních fyzikálních principech. A právě tyto principy jsou v běžně dostupné literatuře vysvětleny jen velmi okrajově, případně zcela opomíjeny. V tomto není výjimkou ani výukový materiál Cisco Networking Academy Program.

Z výše uvedených důvodů jsme pro naše studenty připravili další materiály, ve kterých se snažíme vysvětlit fyzikální principy, které v přenosu dat hrají významnou roli. Hlavní důraz klademe na témata týkající se principů funkce kabeláže a s tím spojeného šíření signálu.

Po několikaleté zkušenosti s výukou jak na univerzitách, tak i na střední škole, musíme se studenty znovu definovat a vysvětlit základní fyzikální veličiny jako jsou frekvence, časová perioda, amplituda a fáze. Zde se nám také často objevují nedostatečné znalosti studentů z matematiky při práci s goniometrickými funkcemi. Tato znalost je podle nás nezbytná pro správné pochopení šíření, dnes tak populárního, bezdrátového přenosu dat. U studentů, v souvislosti s tímto druhem přenosu, požadujeme pochopení základních principů frekvenční modula-

<sup>1</sup> Více informací o Cisco Networking Academy Program na <http://www.netacad.cz/> a <http://www.cisco.com/web/learning/netacad/index.html>

<sup>2</sup> Obrázek převzat z <http://i.iinfo.cz/urs/tcp-ip-iso-osi-121633068383592.png>

ce, fázové modulace, amplitudové modulace a pojmu šířky pásma, na kterých jsou bezdrátové přenosy založeny. Ještě složitější situace nastává u principů, týkajících se měděných médií, tedy koaxiálního kabelu, stíněné a nestíněné kroucené dvojlinky. Chceme-li studentům objasnit princip stínění a alespoň naznačit způsob šíření signálu, nevyhneme se alespoň základům  $RLC$  obvodů a pojmem jako je permitivita, elektrická indukce  $\vec{D}$  či intenzita elektrického pole  $\vec{E}$ .

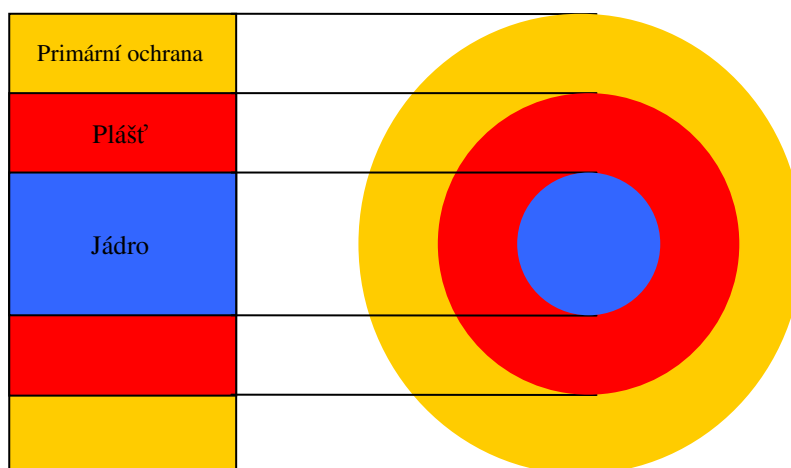
Jako jedna z nejsnazších kapitol se mnohdy zdá šíření signálu pomocí optického média. Nechceme soudit, zda tomu tak je, či není. Zde jsou na první pohled fyzikální zákonitosti, využívané pro tento typ přenosu, jasné. V další části si přesto dovolíme představit náš výklad optických médií s důrazem na fyzikální principy zde využívané.

## Princip přenosu dat pomocí optických vláken

Optické vlákno je dielektrický obvod s opticky transparentní a cylindrickou strukturou. Ta umožňuje šířit elektromagnetické vlny, a to hlavně infračervené záření a světlo. Charakteristickým znakem optických vláken jsou nízké ztráty a vysoká přenosová rychlost. Optická vlákna jsou vyráběna v různých rozměrech, liší se použitým materiálem, technologickými postupy výroby, ale i přenosovými vlastnostmi a s nimi souvisejícími parametry.

## Princip funkce optického vlákna

Optické vlákno je převážně složeno ze dvou materiálů s odlišným indexem lomu, které tvoří tzv. jádro a tzv. plášť optického vlákna. Tyto optické materiály jsou chráněny vrstvou tzv. primární ochrany.



Obr. 2: Struktura optického vlákna

Optické materiály jsou vybrány tak, aby index lomu jádra byl větší než index lomu pláště. V takovém případě, díky Snellovu zákonu, může dojít k totálnímu odrazu a díky němu k šíření světelného paprsku (elektromagnetického vlnění). Optická vlákna fungující na popsaném principu se nazývají step-indexová vlákna.

### Snellův zákon (zákon lomu)

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = n_{21} = \frac{1}{n_{12}}$$

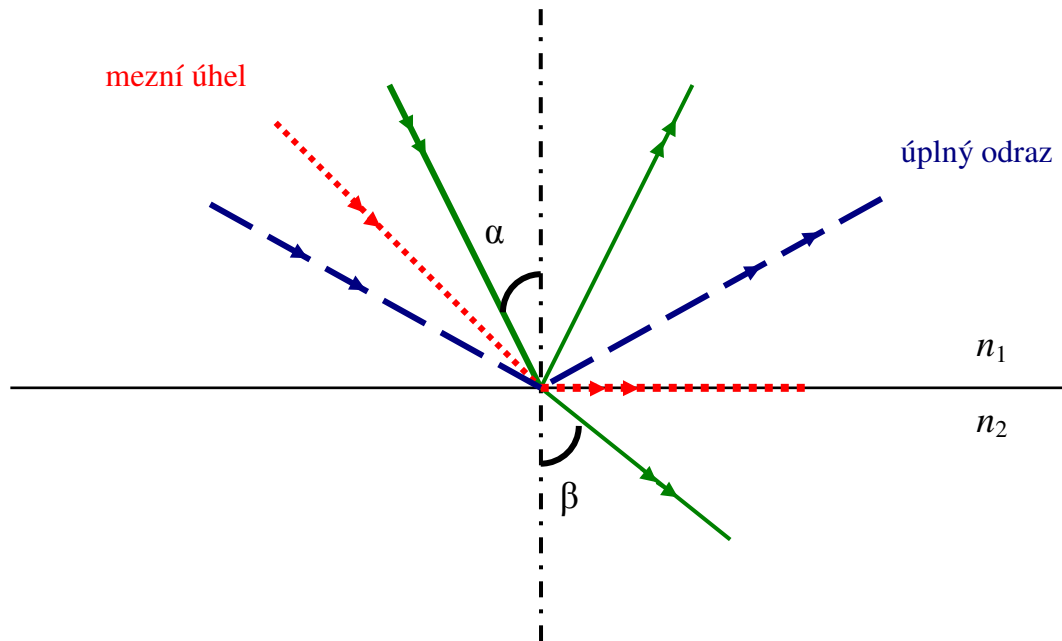
Matematický zápis Snellova zákona znamená, že se poměr sinu úhlu dopadu  $\alpha$  a sinu úhlu lomu  $\beta$  rovná poměru fázové rychlosti  $v_1$  v prostředí odkud vlna dopadá a fázové rychlosti  $v_2$  v druhém prostředí. Veličina  $n_{21}$  se nazývá index prostředí 2 vzhledem k prostředí 1 a  $n_{12}$  je pak index lomu prostředí 1 vzhledem k prostředí 2. Zde je nutno zdůraznit, že výše popsaný zákon je obecný. V našem případě nás zajímá lom rovinné harmonické světelné vlny, pro kterou platí  $n_{21} = \frac{1}{n_{12}} = \frac{n_{20}}{n_{10}}$ , kde pro  $n_{20}$  platí  $n_{20} = \frac{c_0}{c_2}$ , kde  $c_0$  je rychlost světla ve vakuu

a  $n_{10}$  pak nazýváme absolutní index lomu prostředí 1. Podobně pak platí, že  $n_{10} = \frac{c_0}{c_1}$  je absolutní index lomu prostředí 2.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

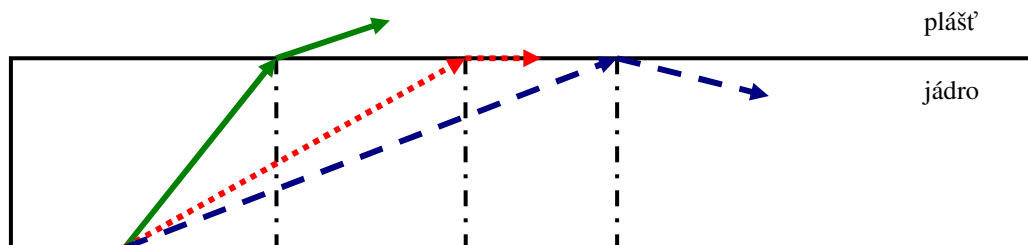
prostředí 1. Absolutní index lomu prostředí závisí obecně na frekvenci elektromagnetické vlny (světla). Z popsaného zákona plyne, že při přechodu vlnění z prostředí s vyšší fázovou rychlostí do prostředí s nižší fázovou rychlostí je úhel lomu  $\beta$  menší než úhel dopadu  $\alpha$ . Paprsek se tedy láme ke kolmici. V opačném případě se paprsek láme od kolmice. Dalším důsledkem zákona lomu se týká vztahu úhlů  $\alpha$ ,  $\beta$  k indexu lomu. Je-li  $n_{21} > 1$  pak se paprsek v druhém prostředí šíří pod maximálním úhlem  $\beta_{\max} = \arcsin\left(\frac{1}{n_{21}}\right) < \frac{\pi}{2}$ . V případě, že

$n_{21} < 1$  vyjde podmínka  $\alpha_{\max} < \arcsin n_{21} < \frac{\pi}{2}$ .  $\alpha_{\max}$  je pak maximální úhel při kterém ještě může nastat lom paprsku do druhého prostředí. Pro úhly dopadu větší než je  $\alpha_{\max}$  paprsek do druhého prostředí neprochází a nastává tzv. úplný odraz.



Obr.3: Mezní úhel a úplný odraz

Vrátíme-li se k našemu optickému vláknu a aplikujeme-li výše popsaný a vysvětlený Snellův zákon, zjistíme, že optickým vláknem se šíří jen množina paprsků, která dopadá na rozhraní jádro-plášť pod úhlem větším než je mezní úhel  $\alpha_{\max}$ . Tyto paprsky se odrážejí zpět do prostoru jádra optického vlákna a jejich šíření pokračuje dále optickou strukturou vlákna (čárkovaný paprsek na obrázku 4). Zbývající paprsky, které dopadají na rozhraní jádro-plášť pod úhlem menším, než  $\alpha_{\max}$  procházejí do prostoru pláště a unikají z vláknové struktury ven (plný paprsek na obrázku 4), tím dochází k vyzářování světelné energie a tzv. radiačním ztrátám.



Obr. 4: Šíření paprsku v optickém vlákně

Náš příklad šíření paprsků optickým vláknem je velice názorný, ale pouze jako přiblížení, na jakých principech je založeno vedení světla v optických vláknech. Skutečnost je však o trochu složitější. Důsledek řešení Maxwellových vlnových rovnic je, že optickými vlákny můžeme vést jen konečný počet paprsků dopadajících na rozhraní jádro-plášť. Mluvíme o tzv. videch elektromagnetického pole (skutečná řešení vlnové rovnice pro danou vlnovodovou strukturu). Každý z těchto vidů je charakterizován určitým příčným rozložením elektromagnetického pole (energie) v optickém vlákně a fázovou konstantou šíření, ze které se následně určí další charakteristiky a vlastnosti jednotlivých vidů.



### Maxwellovy rovnice

O Maxwellových rovnicích se při výuce, pro jejich náročnost, zmiňujeme jen okrajově a pouze při výuce na VŠ, pro komplexnost článku se o nich, alespoň zkráceně zmíníme.

Obecným vlnovým rovnicím, vyhovuje řešení Maxwellových rovnic bez proudů a nábojů. Jde tedy o rovnice:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = 0$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_m}{dt}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \cdot \epsilon_0 \frac{d\Phi_e}{dt}$$

Vlny existují zpravidla v elastickém prostředí a jsou charakteristické tím, že přenáší energii (nebo informaci), ale ne hmotnost. Výhytku rovinné harmonické vlny, šířící se ve směru  $+x$  rychlostí  $c_0$  lze popsat vztahem

$\vec{a}(x, t) = \vec{a}_0 \cdot \sin \omega \cdot \left( t - \frac{x}{c} \right)$ . Výhytka má buď složku  $x$  v případě podélného,  $y$  nebo  $z$  v případě příčného vlnění. Výhytka je periodická v čase i prostoru a je pak definována  $a(x, t) = a_0 \cdot \sin \omega \cdot \left( t - \frac{x}{c} \right) = a_0 \cdot \sin 2\pi \cdot \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) = a_0 \cdot \sin (\omega \cdot t - k \cdot x)$ . V rovnici jsme využili definice

úhlové frekvence, vlnové délky a vlnového čísla (vektoru) tedy:  $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$ ;  $\lambda = c \cdot T$ ;  $k = \frac{\omega}{c} = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda}$ .

Pro úplnost jen shrneme vlastnosti elektromagnetických vln:

Ve vakuu se šíří rychlostí světla; vektory  $\vec{c}$ ,  $\vec{E}$ ,  $\vec{B}$  tvoří pravotočivý systém; amplituda magnetického pole je  $c$ -krát menší než velikost pole elektrického.

Pro elektromagnetické vlny platí princip superpozice.

Při šíření paprsku v optickém vláknu se jedná o přenos energie, musíme alespoň naznačit řešení a vlastnosti přenosu energie elektromagnetických vln. Hustota energie elektromagnetických vln v každém okamžiku je součet hustot energie elektrického i magnetického pole  $u = u_e + u_m = \frac{\epsilon_0 \cdot E^2}{2} + \frac{B^2}{2 \cdot \mu_0}$ . Využijeme-li vztahů

$B = \frac{E}{c}$  a  $c = \frac{1}{\sqrt{(\mu_0 \cdot \epsilon_0)}}$  pak platí  $u = \epsilon_0 \cdot E^2 = \frac{B^2}{\mu_0} = E \cdot B \leq \sqrt{\epsilon_0}$ . Vidíme, že hustota energie magnetického

ho pole je rovna hustotě energie pole elektrického bez ohledu na poměr amplitud polí samotných. Každé z těchto polí tedy přispívá polovinou celkové hustoty energie. Hodnota  $\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = \mu_0 \cdot c = 377 \Omega$  se nazývá impedance

vakua. Energie přenášená vlnou za jednotku času (výkon) jednotkovou plochou se popisuje Poyntingovým vektorem  $\vec{S}$ , který má směr šíření vlny a jednotku  $W \cdot m^{-2}$ . Energie, která projde za 1 sekundu plochou  $A$  je rovna hustotě energie v objemu  $U = u \cdot A \cdot c \cdot t \Rightarrow S = \frac{1}{A} \cdot \frac{dU}{dt} = u \cdot c = \epsilon_0 \cdot c \cdot E^2 = \frac{E \cdot B}{\mu_0}$ . Pro elektromagnetické

vlny šířící se obecným směrem platí vektorová definice Poyntingova vektoru  $\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \cdot \left( \vec{E} \times \vec{B} \right)$ . Poyntingův

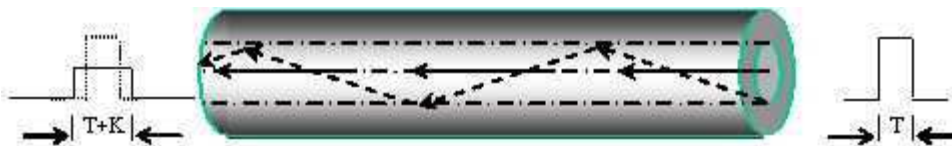
vektor je paralelní s  $\vec{c}$ . Pro harmonickou vlnu můžeme použít výsledek, který platí pro střídavé obvody

$E_{ef}^2 = \langle E^2 \rangle = \frac{E_0^2}{2}$ . Intenzitu záření tedy můžeme vyjádřit pomocí tzv. špičkových nebo efektivních hodnot

polí  $\langle S \rangle = \frac{E_0 \cdot B_0}{2 \cdot \mu_0} = \frac{E_{ef} \cdot B_{ef}}{\mu_0}$ . Pro bližší informace studenty odkazujeme na publikaci [4]. Ještě jednou chceme

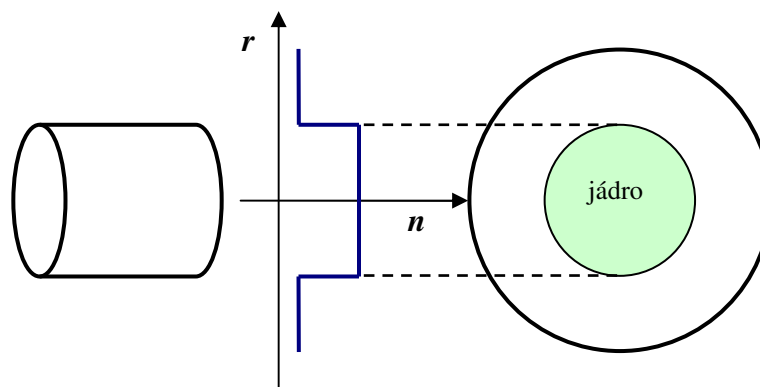
zdůraznit, že výše popsaný letmý náhled na Maxwellovy rovnice zmiňujeme studentům jen okrajově, a pro jejich obtížnost je nevyžadujeme při prověřování znalostí. Jsme si však dobře vědomi, že pokud by se chtěli zabírat teorií přenosu informací, je znalost, řešení a aplikace Maxwellových rovnic nezbytnou součástí studia.

Vraťme se ale zpět k optickým vláknům. Vláknem, kterými se může šířit několik vidů, se označují jako mnohovidová vlákna. Dovoluje-li vlákno šířit jen jeden vid, označujeme je jako jednovidová. Jako příklad mnohovidového vlákna můžeme použít step-indexové vlákno s průměrem jádra 100  $\mu\text{m}$ , kterým se může šířit až 2 700 vidů o vlnové délce 1 300 nm. S vyšším počtem vidů u step-indexového optického vlákna vzniká otázka ohledně trajektorie jednotlivých vidů. Je více než zřejmé, že trajektorie bude pro každý vid jiná a tak informace přenášená jednotlivými vidy dorazí v různých časech. Energie pulsu vyslaného do vlákna v časovém intervalu  $T$  se rozloží do mnoha vidů, které, jak jsme si již zmínili, mají různou trajektorii a dorazí na druhý konec vlákna v časovém intervalu  $T+K$ , kde  $K$  je časový rozdíl mezi příchodem prvního a posledního vidu. Tento jev, při kterém dochází k rozprostření energie díky jejímu přenosu, říkáme vidová disperze.



Obr. 5: Vidová disperze<sup>3</sup>

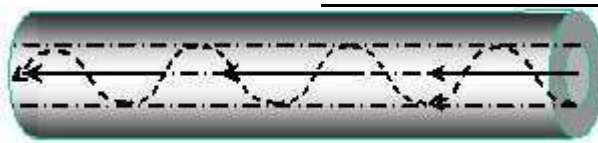
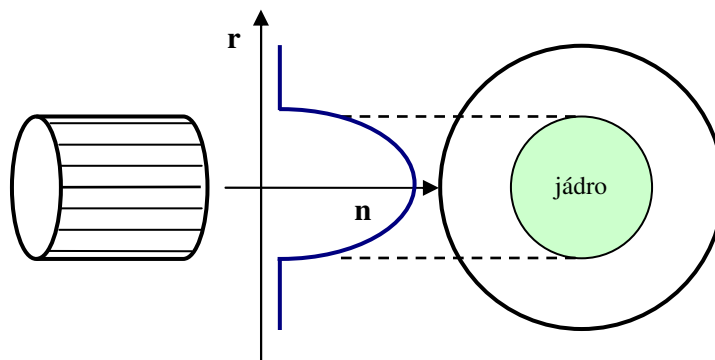
Než si ukážeme možnosti řešení problémů vzniklých vlivem vidové disperze, podíváme se ještě jednou na step-indexové vlákno z pohledu indexu lomu. Tato vlákna se vyznačují tzv. skokovou změnou indexu lomu. Vysvětlení tohoto pojmu je jasné z obrázku 6. Na rozhraní jádro-plášť nastává skoková změna indexu lomu, která je pak stejná v celém jádře vlákna.



Obr. 6: Skoková změna indexu lomu

První způsob jak eliminovat jevy, vzniklé vlivem vidové disperze, je vytvoření tzv. gradientního mnohovidového vlákna. Základní myšlenka, která vedla ke vzniku tohoto typu mnohovidových vláken, vychází z jednoduché myšlenky. Máme-li různě dlouhé trajektorie vidů a chceme-li, aby vidy dorazily ve stejný časový okamžik, musíme ovlivnit rychlost jednotlivých vidů. Uvědomíme-li si důsledky Snellova zákona zjistíme, že rychlost, jakou se elektromagnetická vlna (světlo) šíří v daném prostředí, ovlivňuje index lomu. Změníme-li vhodně index lomu prostředí jednotlivých vidů, můžeme tím výrazně snížit časový rozdíl mezi příchodem prvního a posledního vidu. Na tomto principu jsou založena gradientní mnohovidová vlákna. Ty jsou navržena tak, aby vidy šířící se nejkratší trajektorií měly nejmenší rychlost, tedy procházely prostředím s nevyšším indexem lomu, a naopak vidy šířící se po nejdelší trajektorii měly rychlost co největší. Jelikož se jádrem optického vlákna šíří několik vidů, je změna indexu lomu tzv. gradientní, nebo-li postupná. Znázornění popsaných jevů je na obrázku 7 a 8.

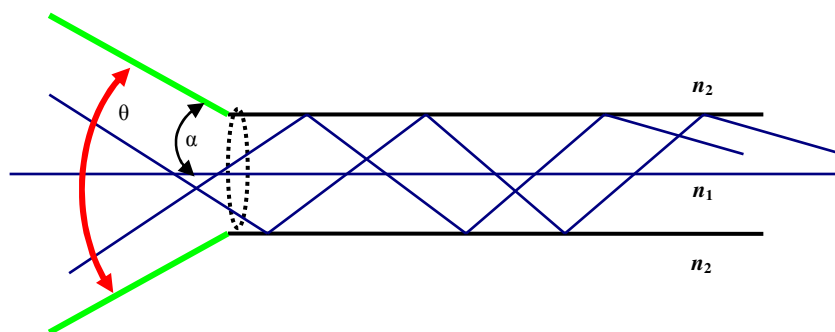
<sup>3</sup> Obrázek převzat z [3]


 Obr. 7: Gradientní vlákno<sup>4</sup>


Obr. 8: Gradientní změna indexu lomu

Nezanedbatelnou vlastností gradientních optických vláken je snížení počtu vidů a to přibližně na  $\frac{1}{4}$  v porovnání s vlákny step-indexovými. Tento, na první pohled, negativní efekt, společně se změnami rychlosti šíření jednotlivých vidů vede k přibližně desetinásobnému snížení rozšíření pulsu, v porovnání se step-indexovými vlákny, a tím k výrazné eliminaci negativních efektů v důsledku vidové disperze.

Další možností, jak eliminovat vidovou disperzi je nechat optické vlákno pracovat v jednovidovém režimu. Jak již název napovídá, jádrem o zmenšeném průměru se nechá šířit jen jediný vid. Průměr jádra takovýchto optických vláken je srovnatelný s vlnovou délkou přenášené elektromagnetické vlny tedy 4 až 10  $\mu\text{m}$ . Na první pohled se může zdát, že eliminace vidové disperze na úkor počtu přenášených vidů je neefektivní. Opak je však pravdou. Úplnou eliminací vidové disperze nám odpadá problém rychlosti jednotlivých vidů a tak se signál v jednovidovém vláknu může přenášet vysokými rychlostmi a tedy vysokým datovým tokem. I tato vlákna však mají jednu velkou nevýhodu a tou je právě malý průměr jádra optického vlákna, které tak výrazně ztěžuje manipulaci s tímto typem optického vlákna, které se tak používá hlavně pro dálkové telekomunikační sítě tzv. páteřní vedení. Již jsme si vysvětlili principy šíření elektromagnetického záření v optickém vláknu, ale doposud jsme se nezabývali otázkou, jak navázat energii do optického vlákna. Z výše zmíněného je zřejmé, že pro přenos informací optickým vláknem jsou vhodné jen paprsky, které do optického vlákna vstupují pod úhly, při kterých nastává úplný odraz (viz. Snellův zákon). S problematikou navázání energie do jádra optického vlákna souvisí pojem *numerická apertura*. Numerická apertura je sinus maximálního úhlu, pod kterým může dopadat paprsek, vzhledem k ose optického vlákna.



Obr. 9: Numerická apertura

Výpočet numerické apertury, tedy maximálního úhlu, pod kterým může ještě světelný paprsek vstoupit do optického vlákna, je podle výše zmíněné definice velice jednoduchý  $NA = n \cdot \sin \alpha$ , kde  $n$  je index lomu vnějšího prostředí a  $\alpha$  je poloviční vrcholový úhel  $\theta$  kužele paprsku vstupujícího do jádra. Jeho význam je vidět na obrázku 9. Numerická apertura samozřejmě závisí i na indexu lomu materiálu jádra a pláště, proto lze výpočet

<sup>4</sup> Obrázek převzat z [3]

upravit tak, aby v něm tyto veličiny vystupovaly, tedy,  $NA = n \cdot \sin \alpha = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$ , kde  $n_1$  je index lomu jádra a  $n_2$  index lomu pláště.

Vrátíme-li se k rozdělení optických vláken podle počtu vedených vidů, je vidět že numerická apertura pro jednovidové optické vlákno je velmi malá a navázat tak energii do jednovidového vlákna je obtížné.  $NA$  pro tento typ vláken je v průměru 0,1. U mnohavidových vláken je  $NA$  obvykle vyšší a to okolo 0,3. S numerickou aperтурой souvisí i několik dalších vlastností optického vlákna, které můžete nalézt např. v [5].

### Závěr

V článku jsme se pokusili popsat a vysvětlit základní fyzikální jevy, které vysvětlují princip přenosu dat optickým vláknem. Jsme si vědomi toho, že jsme zdaleka nepopsali všechny fyzikální jevy a s nimi spojené technické detaily vstupující do přenosu informace optickými vlákny, ale to ani nebylo účelem tohoto článku. Takový popis by vydal na obsáhlou bakalářskou nebo diplomovou práci. Naším cílem bylo poukázat na mezipředmětové vztahy, bez kterých zůstává fyzika pro naše studenty jen suchou teorií a informatika, přesněji oblast počítačových sítí, jen rádobý technickým popisem bez hlubších znalostí principů samotné podstaty věci. Je také zřejmé, že zpracovávat všechny fyzikální principy, které se uplatňují jak v počítačových sítích, tak v oboru informatiky obecně, by bylo velmi náročné. Proto jsme také přistoupili na, podle našeho názoru, úspěšnou spolupráci, jejímž výsledkem je i tento článek.

### Literatura:

- [1] Ramaswami, R., Sivarajan, K. N., *Optical networks : a practical perspective*. 2nd ed., San Francisco : Morgan Kaufmann Publishers, 2002. 831 s. ISBN 978-1-55860-655-5.
- [2] *Výkladový slovník fyziky*. 1. vyd. Praha : Prometheus, 2001. 588 s. ISBN 80-7196-151-5.
- [3] OFA - Optical Fiber Apparatus : *Přenosové možnosti optických vláken* [online]. 4. února 2008 [cit. 2009-02-07]. Dostupný z WWW: <[http://www.ofacom.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=129:moznosti-opticky-ch-vlaken&catid=80:ofs-v-&Itemid=96](http://www.ofacom.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=129:moznosti-opticky-ch-vlaken&catid=80:ofs-v-&Itemid=96)>.
- [4] Myslík, J., *Elektromagnetické pole : základy teorie* . 1. vyd. Praha : Ben, 2002. 160 s. ISBN 80-86056-43-0.
- [5] Paschotta, R., *Encyclopedia of Laser Physics and Technology : Numerical Aperture* [online]. 2000 [cit. 2009-02-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.rp-photonics.com/encyclopedia.html>>.

## Využití GPS při výuce fyziky při terénním cvičení

Ladislav Dvořák, PdF, MU, Brno

### 1. Úvod

V rámci lepšího pochopení jevů a souvislostí v přírodě jsme na základní škole, kde také vyučuji, vytvořili tým, který má za úkol vypracovat a s žáky provést environmentální výzkum ve vybraných lokalitách v okolí Brna formou jednodenního terénního cvičení s následným vyhodnocením a prezentací výsledků. Při tvorbě obsahu vycházíme z vypracovaného ŠVP, ve kterém je environmentální výchova integrována především do přírodovědných předmětů. Pro zvýšení motivace a pro získání praktických dovedností s prací s moderními pomůckami jsem rozhodli při terénním cvičení využívat nejen standardní pomůcky a měřicí přístroje, ale i nové moderní pomůcky. Mimo jiné jsme se rozhodli do terénního cvičení zařadit i činnosti, při kterých si žáci vyzkouší práci s GPS přijímači. K jejich zařazení nás také vedla zvýšená vlna zájmu o hledání uschovaných schránek (pokladů) nebo-li geocaching.

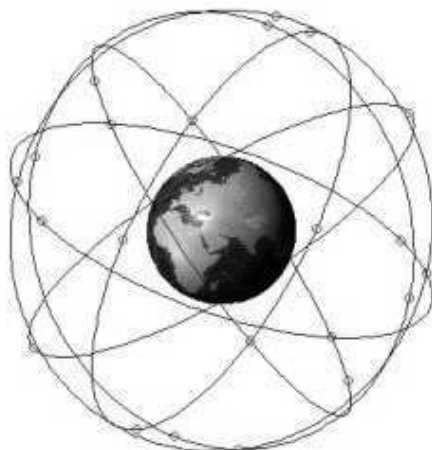
### 2. GPS (The global position system)

Historie GPS (plným názvem NAVSTAR - GPS Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System) sahá do čtyřicátých let 20. století, kdy byly zkonstruovány první pozemní rádiové navigační systémy (LORAN) pracující na podobném principu. Dalším impulsem bylo vypuštění první umělé družice Sputnik 1 v roce 1957. Díky Dopplerově efektu, při kterém je frekvence přijímaných signálů závislá na rychlosti a směru pohybu objektu vysílajícího signál, a znalosti polohy na Zemi bylo možné určit polohu objektu, který signály vysílá. Po několika pokusných navigačních systémech (Transit, Timation, Omega) byla první experimentální GPS družice (Block-I) vypuštěna v roce 1978. Původní využití mělo být především pro vojenské účely. Teprve v roce 1983, po sestřelení korejského civilního letadla v sovětském zakázaném prostoru bylo rozhodnuto i o civilním využití GPS systému. Systém se stal plně funkčním až v roce 1994 s vynesením poslední z 24 družic pokrývajících svým signálem celý povrch Země.

Z důvodu bezpečnosti USA byla přesnost určení souřadnic pomocí GPS snížena pomocí umělé odchylky. Ta způsobovala znepresnění u zeměpisné délky a šířky až 100 m, u nadmořské výšky v řádech 100 m. Tato odchylka byla odstraněna 2.5.2000 a místo dle zeměpisných souřadnic lze najít s přesností několika metrů.

Systém se skládá ze tří segmentů.

- Kosmický – má na starosti správný pohyb 24 družic (Obr. 1), které jsou v šesti rovinách pootočených o  $60^\circ$  a sklon k rovníku mají  $55^\circ$ . Družice se pohybují ve výšce asi 20 000 km nad zemským povrchem, přičemž za 1 hvězdný den oběhnou 2krát Zemi.
- Řídící – skládá se z monitorovacích stanic rozmístěných různě po Zemi. Jejich úkolem je sledovat funkce družic a aktualizovat data a synchronizovat čas atomových hodin, které se nacházejí na družicích.
- Uživatelský – je tvořen GPS přijímači různých uživatelů. Jejich úkolem je zachycovat a vyhodnocovat signály přijaté z družic.



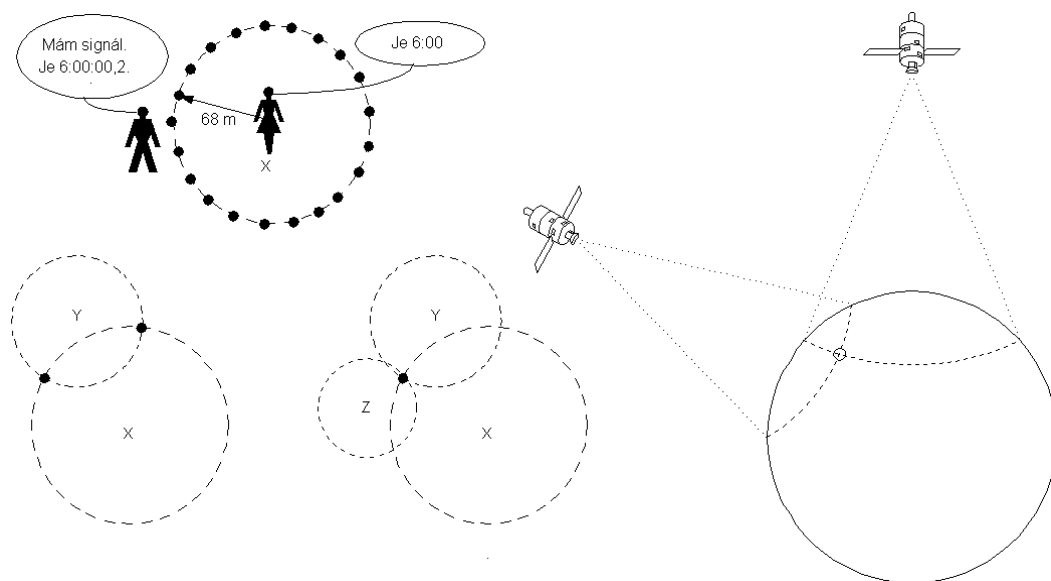
Obr. 1: Dráhy družic systému GPS

### 3. Princip určení polohy

Princip určení polohy lze velmi zjednodušeně vysvětlit pomocí znalostí množin bodů dané vlastnosti – kružnice (učivo 8. ročníku ZŠ).

Základem jsou vysílače (družice) vysílající v pravidelných intervalech signály, které „nesou“ informaci o času vyslání, a přijímač, který je schopen dané signály zachytit a dekodovat informaci o době, která uplynula od vyslání signálu z družice a přijetí signálu GPS přijímačem. Z příjmu a dekodování signálu z několika družic dokáže přijímač určit souřadnice místa, ve kterém se nachází – průsečík několika kulových ploch (Obr. 2). Pro současné určení i nadmořské výšky jsou potřeba signály minimálně ze tří družic. S rostoucím počtem signálů se zvyšuje i přesnost určení polohy.

Základním požadavkem na správné určení doby, která uplyne mezi vysláním a přijetím signálu, je co nejpřesnější synchronizace času. K tomu slouží velmi přesné atomové hodiny umístěné na jednotlivých družicích, které se stále kontrolují a upravují pomocí pozemních monitorovacích stanic. Zakomponování atomových hodin do jednotlivých GPS přijímačů by bylo příliš nákladné, proto GPS přijímače se synchronizují tak, že po každém příjmu signálu se čas přijímače resetuje a znovu se určuje z dalšího přijatého signálu.



Obr. 2: Určení polohy

### 4. GPS Stash Hunt – The Geocaching

Ve stejný den, kdy byla odstraněna umělá odchylka zpřesňující zaměření zeměpisných souřadnic, zveřejnil počítačový inženýr Dave Ulmer (Obr. 3) ze státu Oregon v USA myšlenku o možné celosvětové hře na hledání pokladů, kterou nazval GPS Stash hunt.



Obr. 3: David Ulmer s plaketou první skryše

Následující den, 3.5.2000, založil a uschoval Dave Ulmer první schránku (Stash #1) a zveřejnil její souřadnice na diskusním fóru (Obr. 4). Tímto textem byla založena hra GPS Stash Hunt a byla určena základní pravidla (najít, zapsat a možnost něco vyměnit).

The screenshot shows a forum interface. On the left is a list of forum threads with their authors and dates. The main content is a post by 'Dave' titled 'GPS Stash Hunt... Stash #1 is there!'. The post text includes coordinates and instructions for a geocaching hunt. The post has a rating of 9 stars and is dated 3 Kvě 2000, 08:00.

Obr. 4: Informace o uložení „Stash #1“

První nálezce Bob Perschau se přihlásil následující den a nazval ji Great GPS Stash Hunt. Během května 2000 došlo k diskusi o názvu nové hry, ze které vzešel návrh Geocaching. Historie Geocachingu se tedy datuje k 1.6.2000. Do ČR pronikla tato hra o rok později, kdy 1. 6. 2001 byla založena první česká cache – Tex Czech. Převážná většina cache se nachází na místech, která jsou něčím výjimečná (historická památka, přírodní zajímavost apod.). Po celém světě je uschováno téměř 750 000 schránek různých velikostí (v ČR téměř 12 000 schránek). V ČR je registrováno okolo 8 000 aktivních „hledáčů“.

Pro usnadnění rozhodování o hledání cache jsou obtížnost a přístup hodnoceny číslicemi 1–5. Nejjednodušší cache mají hodnocení 1/1, nejobtížnější mají hodnocení 5/5.

#### 4.1 Typy cache

Nejčastěji se vyskytující cache jsou typu Traditional (tradiční), u nichž stačí pouze najít schránku a zalogovat se (zapsat se). U tzv. Mystery cache je třeba nejdříve pomocí návodu určit souřadnice, které jsou obvykle zadány pomocí vzorce, přičemž za proměnné je třeba dosadit hodnoty, které se určí dle zveřejněného návodu. Obvykle se něco spočítá (schody, sloupky, okna), vypočítá (výška, el. odpor) nebo nějakým jiným způsobem dopátrá správných hodnot. Cache, která se hledá postupně na různých stanovištích se nazývá Multi-cache. Podmínkou je, že stanoviště (Stage) musí být minimálně dvě. Některé Multi-cache mají i více než dvacet zastavení. Občas lze také narazit na cache tématicky zaměřenými na vývoj Země. Ty se nazývají Earthcache.

Především princip Multi-cache je vhodný pro využití při terénním cvičení.

Existuje ještě celá řada dalších typů cache, jejichž zastoupení vůči třem výše uvedeným je velmi malé (Earthcache, Letterbox Hybrid, Webcam cache, Event cache, ...).



Obr. 5: Ikony jednotlivých typů cache (Traditional, Mystery, Multi, Earth)

#### 4.2 Velikost schránek

Cache se vyskytují v různém provedení v pěti různých velikostech (obr. 6):

nano – velmi malá cache s objemem několika  $\text{cm}^3$ ,

mikro – malé cache o velikosti odpovídající krabičce od fotografického filmu (často se také jedná o krabičky od bonbónů Tic-tac),

## ***Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4***

small – krabičky s objemem kolem  $1 \text{ dm}^3$ , do nichž lze vložit jen malé předměty,

regular – krabička o velikosti několika  $\text{dm}^3$ , do nichž se snadno vejdu i předměty na výměnu,

large – rozměrné schránky o velikosti až několika desítek  $\text{dm}^3$  (kbelíky, barely).



*Obr. 6: Různé velikosti cache (mikro, small, regular, large)*

Velikost zvolené cache závisí především na místě uložení a okolních podmínkách. Ve městě téměř nelze uložit cache typu regular a large, v přírodě je zase většinou zbytečné používat velikost mikro nebo dokonce nano.

Tvar cache je prakticky libovolný a je volen tak, aby byl jednoduše přehlédnutelný. Mohou to být např. duté šrouby, kameny, dlažební kostky nebo jen plastové krabičky překryté kůrou stromů. Každá cache po deaktivaci by měla být svým tvůrcem zrušena a okolí by mělo být upraveno do původního stavu.

Pro terénní cvičení bych doporučoval, jestli to podmínky dovolí, krabičky stejného tvaru a velikosti typu mikro nebo small. S největší pravděpodobností budou v krabičkách uloženy jen návody k dalšímu postupu a tedy nemusí být příliš objemné.

## **5. Využití při terénním cvičení**

### **5.1 Příprava**

Pro terénní cvičení jsme se rozhodli připravit pro studenty trasu inspirovanou právě typem Multi-cache.

Vzhledem k tomu, že jsou vybrány dvě lokality, jsme nuceni zpracovat i dvě trasy, které budou mít mnoho společného (cesta kolem potoku, výzkumná činnost v okolí rybníku, práce v lese apod.).

Nejdříve bude potřeba žáky seznámit se systémem GPS a s ovládním GPS přijímače. Pro žáky máme momentálně zapůjčeno několik přístrojů Garmin Venture Cx s barevným mapovým podkladem vybaveného mapou TOPO Czech 1.2 a výhledově předpokládáme pořízení i přístrojů Garmin Oregon 300 s mapou TOPO Czech 2.0. Tyto dva přístroje se liší především kvalitou příjmu signálu, softwarovou výbavou a kvalitou používaných map. Oba dva přístroje lze připojit k PC a prošlou trasu následně zpracovat pomocí softwaru MapSource. Využívány budou především k orientaci v terénu, určování souřadnic a světových stran, zjišťování vzdáleností a určování obsahu ploch.

V dalším bloku si s žáky vyzkoušíme jednak zadávání zeměpisných souřadnic vybraných bodů a navigaci k nim a současně se také žáci naučí zaznamenávat zeměpisné souřadnice zajímavých míst a objektů, kolem nichž budeme při cvičení procházet.

V průběhu cvičení budou plnit různé geografické a fyzikální úkoly, z nichž následně vzejdou určité hodnoty, které dosadí do vzorců pomocí nichž určí zeměpisné souřadnice dalších stanišť. Vzorce pro jednotlivá stanišť mohou být známá již při začátku trasy nebo je mohou žáci získat při nálezů jednotlivých cache jako návod k dalšímu postupu.

### **5.2 Náměty pro tvorbu jednotlivých úkolů**

Inspiraci k námětům jednotlivých úkolů jsem převážně čerpal ze zkušeností z ITC pořádaného PdF MU Brno jako součást přípravy učitelů pro I. st. ZŠ a ve spojitosti s nálezů některých cache.



### 5.2.1 Přímé zadání souřadnic

Při tomto úkolů se ověří, zda žáci dokáží ovládat své GPS přijímače a dokáží se dostat na určené místo.

Př.: Hledané místo je na souřadnicích  $N 49^{\circ}12,867' E 016^{\circ}29,561'$ .

### 5.2.2 Určení místa pomocí vzorce

Žáci určí např. výšku stromu pomocí některé z metod a získanou hodnotu v metrech dosadí do vzorce např. za proměnnou A.

Př.: Hledané místo je na souřadnicích

$N 49^{\circ}12,8A7'$ ,

$E 016^{\circ}29,5A1'$ .

### 5.2.3 Určení souřadnic pomocí složitějšího vzorce

Žáci určí např. výšku stromu (A), teplotu varu vody za běžných podmínek v kelvinech (B) a dosadí je do předem známého vzorce.

Př.: Hledané místo je na souřadnicích

$N 49^{\circ}(2*A),(8*B+6*A+7)'$ ,

$E 016^{\circ}(A^2-A),(6*(B-A)-3)'$ .

### 5.2.4 Určení souřadnic pomocí vzorce s využitím souřadnic předchozího stanoviště

Žáci určí opět některé údaje a opět je dosadí do předem známého vzorce, ve kterém ovšem figurují souřadnice předchozího zastavení. Tento způsob s sebou přináší riziko a současně i zpestření hry prostřednictvím možnosti drobné chyby v určení zeměpisných souřadnic předchozích stanovišť, která se tak přenáší stále dále a ke konci trasy již může odchylka činit od několika desítek metrů po několik kilometrů v závislosti na použitých vzorcích.

Př.: Hledané místo je na souřadnicích

$N_1 = N_0 + (187*A)/1000'$ ,

$E_1 = E_0 - (2*B+A)/1000'$ .

### 5.2.5 Určení souřadnice přiřazením hodnoty proměnné z výběru možností

Poté co žáci dorazí na určené souřadnice mohou mít nabídku možností, z nichž vyberou správnou možnost a do vzorce dosadí hodnotu, která určené možnosti odpovídá. Lze využít i proměnné z předchozích stanovišť.

Př.: Hledané místo je na souřadnicích

$N_1 = N_0 + (187*A)/1000'$ ,

$E_1 = E_0 - (2*C+A)/1000'$ ,

Vyber jednu z nabízených možností:

*nacházíte se u toku s rychlostí proudění vody vyšší než  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  ( $C = 5$ ),*

*nacházíte se u toku s rychlostí proudění vody max.  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  ( $C = 10$ ),*

*nacházíte se u malé větrné elektrárny ( $C = 20$ ),*

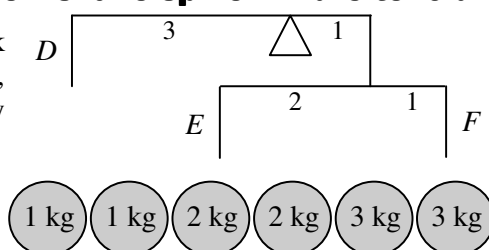
*žádná z předchozích nabízených možností není správná ( $C = 50$ ).*

### 5.2.6. Určení souřadnic pomocí hodnoty proměnné získané splněním určitého úkolu

Je možné nechat splnit studenty určité úkoly jak praktické tak i teoretické. Je možné nachystat obrázek s náčrtem soustavy pák, kde žáci budou muset doplnit závaží tak, aby páky byly v rovnováze.

Př.: Hledané místo je na souřadnicích

$N 49^{\circ}19,DEF'$ ,



Za písmena D, E a F dosad' hodnotu hmotnosti v kg tak, aby byla soustava pák v rovnovážné poloze.

Vhodné by bylo, připravit do cache přímo soustavu pák a přiložit např. označené sáčky s různými hmotnostmi, aby žáci mohli úkol vyřešit i prakticky.

### 5.2.7 Určení umístění dalšího stanoviště směru a vzdálenosti

Je možné zadat směr a vzdálenost dalšího stanoviště. Žáci na GPS zadají bod, nastaví navigaci a půjdou do „protisměru“ tak dlouho, než se dostanou do hledaného místa.

### 5.2.8 Archimédův zákon

Další z možností, jak zpestřit exkurzi je např. pomocí duté trubky a znalosti Archimédova zákona. Cache ve vhodné velikosti a tvaru se vhodí do trubky a žáci by měli přijít na myšlenku nalít vody a tím vyzdvihnout cache z trubky ven. V trubce je potřeba ve spodní části navrtat díрку, aby voda mohla vždy odtéci a současně trubku připevnit k něčemu pevnému, aby nešla např. otočit.

### 5.2.9 Lupa

Využití znalostí z optiky je možné např. tak, že text souřadnic bude napsán velmi malým písmem, aby bylo třeba použít lupu nebo improvizovat lupu pomocí vodou naplněné PET lahve.

### 5.2.10 Rozklad sil

Schránku se souřadnicemi je možné umístit tak, aby při jejím vyzvednutí museli žáci navzájem spolupracovat a využít znalostí např. z rozkladu sil. K tomu je třeba mít dostatečně dlouhá a pevná lana.

### 5.2.11 Puzzle

Souřadnice je možné napsat na fotografii nějakého objektu či známého vědce a následně fotografii rozstříhat. Souřadnice žáci získají opětovným sestavením puzzle.

## 6. Závěr

V článku byl představen jeden z možných způsobů, jak žákům a studentům zpestřit výuku za použití moderních přístrojů a pomůcek. Věřím, že i tento krůček povede k větší oblíbenosti přírodovědných předmětů.

## Použité zdroje

- [1] Global Positioning System [online]. 2008, aktualizováno 2008-06-30 [cit. 2009-02-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.gps.gov/>>.
- [2] USCG Navigation Center [online]. 2009, aktualizováno 2009-02-27 [cit. 2009-02-27] Dostupný z WWW: <<http://www.navcen.uscg.gov/>>.
- [3] Geocaching - The Official Global GPS Cache Hunt Site [online]. 2000–2009, [cit. 2009-02-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.geocaching.com/>>.
- [4] National Executive Committee for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing [online]. 2009, aktualizováno 2009-01-13, [cit. 2009-02-28]. Dostupný z WWW: <<http://pnt.gov/>>.
- [5] Americký družicový navigační systém NAVSTAR GPS [online]. © 2006 – 2008, [cit. 2009-02-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.czechspace.cz/cs/galileo/aktuality-GPS-Glonass/GPS>>.
- [6] Diskusní fórum sci.geo.satellite-nav [online]. [cit. 2009-03-06]. Dostupné z WWW: <<http://groups.google.com/group/sci.geo.satellite-nav/topics>>.
- [7] Encyklopedie geocachingu [online]. 2009, aktualizováno 2009-03-04 [cit. 2009-03-06]. Dostupný z WWW: <[http://wiki.geocaching.cz/wiki/Hlavní\\_strana](http://wiki.geocaching.cz/wiki/Hlavní_strana)>.

## Educational video from the textile sector as a resource for teaching physics

*Dvořák Ladislav, Milěr Tomáš, Novák Petr, Vaculová Ivana, Faculty of Education MU Brno*

### **1. Introduction**

Currently most of the young people are not interested in studying science and technology disciplines. This situation means a significant social risk because it can lead in an absence of qualified technicians and researchers in our society. We suggest this problem can be faced for instance by promotion of technical disciplines at all levels of schools, particularly at the end of primary school, where the students suppose to make a final decision and choose their future profession. As a promotional material can be used various educational resources, especially videos, handouts for science lessons and laboratory kits. Currently such teaching resources are in use at the schools but mostly they serve only for making curriculum more attractive and connections to practical applications are usually too general or totally missing. Educational materials designed to promote particular technical disciplines are not available and that is why the National Research Program MŠMT NPV II – 41001 č. 2E08026 intends to fill this gap. Within the framework of this program we aim to develop and validate a comprehensive methodology of introduction of appropriate science and technology themes into the primary school education. The methodology is demonstrated on a model example of the textile industry.

### **2. Educational videos from the textile sector and their use in physics lessons**

Educational video is an important tool widely used during school lessons and even becomes an important factor of innovative educational trends. Video serves to present the objects, processes, activities and experiments, facilitating the learning process and help to make the acquisition of knowledge and skills of pupils (Vališová, Kasíková et al. 2008). Its effectiveness is especially evident from the fact that an average person acquires 80 % of visual information, 12 % by hearing, 5 % by touch and 3 % by other senses. In traditional schools, however, these facts are often not respected and the involvement of the senses is as follows: 12 % vision, 80 % hearing, 5 % touch and 3 % other senses (Kalhous, Obst 2001). If we want to adjust the percentage distribution of senses in learning process as required, it is useful to prefer demonstration methods, which can be effectively applied using video programs. The introduction of educational videos into the school lessons is particularly beneficial in such cases, when the theme can not be presented in a classroom for practical or safety reasons. During primary school physics lessons videos are often used when real experiment would be time consuming or expensive, and to present applications of physics in practice. It can also easily substitute an excursion of a power plant, factory etc.

As stated above, the aim of the educational video programs is to make technical themes more attractive and motivate the primary school pupils to chose a technical profession for their career, in our project we focus on promotion of the textile industry. Promotion of the textile sector is the primary but not the only one objective. The other objectives include the application of physics curriculum in various practical situations, which the students may encounter in their daily life.

Complementary, but a very valuable goal is the development of pupils' knowledge and skills. This will be achieved by activities supported by special handouts and designed to be applied directly after watching the video program in a classroom. During this work, pupils will be able not only to verify and repeat the newly acquired knowledge, but also will carry out experiments and measurements. They will develop a number of intellectual, sensorimotor and practical skills (eg. apply knowledge gained while dealing with cognitive and practical tasks, the ability to experiment, ability to set up measuring apparatus, use measuring instruments, to evaluate the measurements, ability to observe, describe and analyze phenomena and find their patterns, etc.).

These objectives are achieved through the two educational videos. The first one is a short motivational film. The main film character is a youngster living just one day in a world where all the things made of textile fibers disappeared. He seeks to replace all the lost textile by other materials, but notes at the end that the textile materials are pressures and unreplaceable. The second film presents a set of experiments and serves as a teaching resource for practical experimenting with textile materials. The experiments are supplemented by brief entries containing shots from the life of a boy who appears in the incentive film.

The experiments were chosen and prepared in collaboration with Textile Testing Institute (Textilní zkušební ústav – TZÚ) and with the primary school teachers in Brno.

## ***Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4***

Because the experiments have to serve as a motivational factor, it is necessary to carefully select interesting themes concerning pupils daily live. The chosen experiments have to fulfill specific requirements and respect the following aspects:

- continuity of experiments in the curriculum, especially in the science and technology subjects (physics, chemistry and others)
- attractiveness of the experiments for pupils of primary schools (the possibility of obtaining knowledge for dealing with different situations, which students encounter in everyday life - such as what material is used to make a sport jacket that needs to be waterproof and permeable at the same time, etc.)
- modesty implementation of the experiments (since the experiments are to be used only as a supplement to the curriculum, it is appropriate they would not take too much time during a lesson)
- availability of equipment required for implementing of the experiments (such devices should be chosen, which can be readily available to the teachers and pupils, or where appropriate, pupils should be provided with experimental kits specially designed for this purpose by TZU)
- linking school and home environment - it is appropriate to choose such experiments that can be carried out at home in order to increase their attractiveness

The following experiments were chosen:

- game with textile materials (samples of different textile materials are to be matched with the cards containing names of textiles),
- colorfastness (white textile sample is rubbed with other piece of textile which is dry and then repeat the same kind of test using wet material),
- moisture absorption (textile samples of certain area are weighed in dry and wet condition)
- combustion test (samples of the same length are burned in order to evaluate the process and smell of burning and the look of the remains)
- linear mass density of fibers (fiber separated from a textile sample is measured by the area and weight),
- water and oil repellency (testing ability of textile to keep drops of liquids on its surface), etc.

### **3. Writing a screenplay, shooting and dubbing**

Creation of educational videos starts with writing a screenplay, which contains a description of each shooting of the experiments. It consists of a description of the experimental activities, comments and other remarks. For example, the following text is an extract from our video screenplay. The video contains an experiment dealing with the colorfastness of textile materials (Note: The main character Marek guides us through the film. He experiences lots of interesting events always thematically related to the experiment.)

*Marek is raking in the laundry basket, selecting various white clothes and shorts and puts them into the washing machine. By mistake he took also a red sock. Than he switched the washing machine on.*

*“We can already recognize certain types of textile materials, so we can begin the experiments. This experiment tests colorfastness of textile materials in different conditions. To do this experiment you need a white sample of cotton, colored towel and basin with water. What to do with that? Rake the dry red towel with the white cotton sample. Observe what is happening.”*

*“Almost nothing has changed, my hands hurt and the cotton sample remains white.” Lets try it again in wet conditions! Moisten the cotton sample with water and rake with the towel. Watch again what is happening.”*

*„Hum... The sample turned to red on the places where was in touch with the towel.“*

*Marek takes the laundry out of the washing machines, with frowns, looking at the colored pink shorts, does not understand. Finally he found also the red sock.*

*“It sometime happens to everybody...”*

*“Colorfastness is among the most desired parameters of all good quality textile products. That is why the manufactures measure colorfastness of textile in dry and wet conditions and also colorfastness in washing process.*

These educational videos were created mainly in the laboratories of the Department of Physics MU and the textile factories. It is highly important to select the appropriate recording equipment for shooting. The last part of making the video is recording and editing the comment which will accompany the video. This commentary describes and the experiments presented in the video.

#### **4. Experimental activity of pupils following the video lecture**

All the videos presenting the experiments were supplemented by handouts. In the lesson we proceed to the measurements after the explanation the properties of textiles and watching the motivational video. Every handout consists of two parts. In the introductory section the pupils are forced to fill in some information which will they will need for the measurements. The teacher can decide whether the text would be worked out by the pupils at home as a preparation or they can do everything during the lesson. In the case that students have access to the document in electronic form, they can simply select the correct answer from a list of responses. The second part of the handout is a protocol designed to record and evaluate the measured properties of the textile material. It contains not only the equipment and measurement procedure, but also tables and graphs, in which students will record the measured values and the observations. This is especially time saving in the science lessons.

After this part we suggest investigation of the knowledge and understanding of the pupils, by filling in answers about physical properties and characteristics of textile materials. It is important to emphasize the relation to the practical use.

Currently, at the Internet address <http://amper.ped.muni.cz/blog/> we provide a website as a support for pupils and teachers. The website presents categories as: experiments videos, handouts, methodology, etc.

#### **5. Conclusion**

In this paper we presented educational videos as one of the motivating factors for science and technology education, primarily designed to promote textile industry. We suggest a methodology of creation of teaching resources. In our case the main objective of its application is teaching physics. The presented part of the project suppose to serve as a manual for creating other educational resources in order to promote different science and technology sectors.

*This paper was prepared within the framework of the National Program of Research NPV II - 41001 č. 2E08026.*

#### **6. Referency**

- [1] Hnídek J. J. *Vybrané kapitoly z Textilního zkušebnictví* [online]. © 2004–2005 [cit. 2008-03-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/?q=cs/materialy>>.
- [2] Hnídek J. *Textilní zkušebnictví* [online]. © 2004–2005 [cit. 2008-03-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/?q=cs/materialy>>.
- [3] Pospíšil, Z. a kol. *Příručka textilního odborníka*. 1. část. Praha: Alfa, 1981.
- [4] Tým autorů. *Abeceda textilu*. [online]. [cit. 2008-03-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.skolatextilu.cz>>.
- [5] *DidacTex*. [online]. [cit. 2008-10-11]. Dostupný z WWW: <<http://amper.ped.muni.cz/blog/>>.

## Multimedia projector in teaching physics at high schools – practical experience

*Lukáš Feřt, Department of General Physics, Faculty of Education, University of West Bohemia*

At present when the number of ninth grade pupils finishing their studies at basic school is getting smaller, every high school is trying to attract as many pupils as possible. Obviously, one of the ways to do so is to integrate technology (such as a multimedia projector) into education.

Teachers can create their own presentations with the help of several programmes, particularly two of the best known programmes – Microsoft PowerPoint and OpenOffice Impress. Microsoft PowerPoint is more suitable for creating presentations as its functions are more sophisticated. Together with a word processor (Word) and a spreadsheet (Excel), this application is included in the office suite Microsoft Office. The version for a home and non-commercial use can be bought for 1 200,- CZK and contains 3 licences, i.e. the possibility to install the applications mentioned to three PCs. The price of one licence is only 400,- CZK. This programme is thus available to more or less everyone. The second programme, OpenOffice Impress is free of charge. In this programme it is possible to open a presentation created with PowerPoint (however, it is not possible to do so vice versa). OpenOffice Impress is definitely a tool of high quality.

Both programmes are able to save a presentation in several data formats. The most important formats are as follows: the format “Power Point Show” saves as a presentation that always opens in Slide Show view. When opened, the first slide of the presentation is displayed without the possibility to edit the presentation. In most cases this format is used to save the final version of a presentation which is to be uploaded on a web site. The format „Power Point Presentation“ saves the presentation to a mode possible to edit. After opening a file saved in this mode it is possible to modify and edit the presentation.

Whatever programmes a teacher chooses the presentation needs to be of high quality and to impress pupils. These programmes enable to insert video sequences, sounds and animations. All of these functions are suitable for creating a presentation for teaching purposes. If a teacher uses a presentation which does not contain any videos, sounds and animations, the presentation has off-putting effects on pupils. Such a presentation can be made in an easier way than using a PC and have the same effect, simply by using a transparency and an overhead projector. I have come across a research which acknowledges that animated text distracts pupils. The research further states that an educational presentation should contain only text and pictures without any kind of animation. I must disagree with the results of this research.

The teacher that uses a multimedia projector has several options:

The first option is to use a mobile multimedia projector in a standard classroom. The advantages of this type of projector are its mobility and the possibility to use it in every classroom.

It is obvious that a mobile projector has its disadvantages, for example the time lost during a class when switching on the projector, the laptop, ... Another disadvantage may be its unsuitability for classrooms which cannot be darkened very well (usually at the start of a school year and at the end of a school year).

Another option is to use a multimedia classroom with a mounted projector. The advantages of this solution include the following examples: we can use up the entire class time because it is not necessary to turn on the laptop and the projector. Another advantage is that such a classroom can be darkened easily. A disadvantage resulting from this solution is the need to book the classroom. In big schools where there are many teachers it may be a problem and the teachers must book the classroom at least one week in advance.



*Fig. 1: Multimedia classroom*

Whatever option a school chooses it needs to consider several factors which are very important when planning to set up a multimedia classroom or to buy a portable multimedia solution:

The school must have a free and suitable classroom at its disposal.

The classroom should have suitable light conditions to use a multimedia projector. It is not advisable to have a south-facing window wall in the classroom.

The school must have enough money. The price of a solution consisting of a laptop, a multimedia projector and a projecting screen ranges around 25 000,- CZK.

When buying a portable multimedia solution consisting of a projector and a laptop there are other factors to consider:

The price of a solution consisting of a laptop, a multimedia projector and a projecting screen ranges around 20 000,- CZK.

More or less darkened schoolrooms are required. It is not possible to install a portable projector in a classroom which is not equipped with at least basic room darkening technology.

Last but not least, the portable solution is usually brought to the classroom by pupils and so there is a risk of it falling down and getting damaged.

Of course it is not possible to say that a multimedia projector is a cure for boring classes of physics. It depends on teachers how they can explain the subject matter with or without the help of a multimedia projector. It would be too easy to say that multimedia projector assisted teaching is more effective and funnier than common teaching which only uses a chalk and a blackboard. There are some drawbacks to using multimedia technology, as well.

Disadvantages to using a multimedia projector for teaching are as follows:

Teachers have to be near the PC or the projecting screen, respectively, because they have to change images or to show something using a common pointer (of course, it is possible to overcome this disadvantage)

Besides multimedia technology every teacher also needs to have a blackboard with chalks to explain in a different way something which was mentioned in the presentation.

If teachers want to use multimedia technology, it should be working. All teachers should check the projector before.

I discovered that not every teacher of physics uses a multimedia projector. Most young teachers try to use multimedia technology in class whereas older teachers are more passive. It is natural because the older generation does not have a positive relation to computer technology.

If teachers decide to use a projector in class, they expect that they will be able to reuse their lesson plan (i.e. the presentation) for other classes, to provide an easier explanation of the subject matter to students thanks to an interesting and attractive interpretation and last but not least they expect that it will not be necessary for the pupils to take notes.

Students expect a presentation of the subject matter which will be more interesting than a verbal explanation thereof. Moreover, they expect that the class will proceed at a more relaxed pace, which I could observe during my teaching practice.

Teaching with the help of a multimedia projector seems to be effective and more fun for the students.



*Fig. 2*

## LMS a jeho využití ve výuce fyziky

*Jana Foltýnová, PdF, MU, Brno*

V posledních letech se velmi zlepšila informační a komunikační gramotnost žáků naší školy. Většina z nich má doma k dispozici počítač s připojením na Internet a také ve škole byly vytvořeny podmínky, které žákům umožňují časově neomezený přístup k počítačům a k Internetu. Žáci, kteří ještě nedávno používali počítač především jako prostředek, který jim umožňoval rychlou komunikaci mezi spolužáky, prostřednictvím např. chatu, e-mailu, dnes používají počítač k zpracování a publikování seminárních prací, referátů, prezentací svých prací na počítači apod. Také role učitele se v naší škole postupně mění. Ve větší míře ve svých předmětech používají ICT, zpracovávají pro své žáky studijní materiály, komunikují s žáky přes Internet.

V letech 2005–2008 byla v naší škole nainstalována jedna z aplikací řídicího výukového systému LMS, nazvaná SLMS, která umožnila sice pouze testování a hodnocení žáků, ale která rovněž naznačila další možnosti zavádění LMS do výuky. SLMS byl na naší škole využíván učiteli nejen v hodinách všeobecně vzdělávacích předmětů, např. zeměpisu, informačních a komunikačních technologií, ale také v odborných předmětech.

V hodinách fyziky na oboru Zdravotnické lyceum byl systém SLMS použit v prvním a ve druhém ročníku. Celkem se zapojilo asi 60 žáků v daném školním roce. Do každé kapitoly probíraného učiva, např. Mechanická práce a energie, Gravitační pole, Struktura a vlastnosti kapalin, byla zařazena testovací část, která žákům umožnila ověřit si své znalosti, pochopení základních pojmů daného učiva a zpětně předat učiteli informaci o problémech, které žáci měli se zvládnutím dané látky. SLMS umožnil adresné zadávání konkrétních úloh, které žáci plnili v daném čase, a učiteli zpětně posílali řešení ke kontrole a k vyhodnocení. Učitel pak při hodnocení snadno zjistil, jak žáci danému úkolu porozuměli, do jaké míry byli schopni úkol sami vyřešit a upozornil je na chyby, kterých se dopustili. Řídicí výukový systém SLMS naznačil další možnosti využití podobných systémů ve výuce i v komunikaci s žáky.

Testovací část systému byla v hodinách fyziky využita:

- při hodnocení znalostí žáků formou zkoušení,
- v domácí přípravě, v zadávání domácích úloh,
- při opakovacích testech.

Individuální i skupinové hodnocení žáků formou testů umožnilo rychlé vyhodnocení jejich znalostí. Testy byly zaměřeny především na pochopení základních pojmů, fyzikálních jevů a vztahů. Některé testy obsahovaly jednoduché příklady, jejichž řešení nevyžadovalo mnoho času.

Dalším způsob využití ve výuce bylo zařazení systému do domácí přípravy žáků, prostřednictvím SLMS systému byly zadávány domácí úlohy. Na konci každé kapitoly mohli žáci pomocí opakovacího testu zjistit své znalosti, pochopení daného učiva. Z počátku byl tento systém žáky přijímán spíše negativně, o čemž svědčí také počet žáků, kteří do řešení úloh zapojili.

### **Příklad:**

#### **kapitola: Mechanická práce a energie**

Téma	Mechanická práce	Kinetická energie	Potenciální energie	Mechanická energie
100 % úspěšnost řešení	9	5	7	4
50 % úspěšnost řešení	7	10	11	0
0 % úspěšnost řešení	0	4	5	6
úlohy neřešilo	13	10	6	19



**Závěrečný test:**

celkem z 29 žáků řešilo zadané úlohy 8 žáků

z toho: 100 % úspěšnost: 0 žáků

80 % úspěšnost: 8 žáků

70 % úspěšnost: 0 žáků

Dané úlohy neřešilo: 21 žáků

**kapitola: Struktura a vlastnosti kapalin**

téma	Povrchová vrstva kapaliny	Povrchová síla	Povrchové napětí	Jevy na rozhraní	Kapilární jevy
100 % úspěšnost řešení	7	10	11	12	12
50 % úspěšnost řešení	2	8	0	0	0
0 % úspěšnost řešení	0	2	1	0	0
úlohy neřešilo	21	20	18	18	18

**Závěrečný test:**

celkem z 30 žáků řešilo zadané úlohy 11 žáků

z toho 100 % úspěšnost: 4 žáci

80 % úspěšnost: 5 žáků

70 % úspěšnost: 2 žáci

Dané úlohy neřešilo: 19 žáků

V červnu 2008 byl žákům 1. a 2. ročníku oboru Zdravotnické lyceum položen dotazník. Pro získání co nejvíce objektivních informací byl dotazník anonymní s volnými odpověďmi.

Otázka: **Popište vlastními slovy klady a zápory zadávání úkolů prostřednictvím SLMS** (uvádím některé z odpovědí žáků)

**a) klady** (v závorce uveden počet odpovědí)

Žádné (10)

Klid a ticho doma na vypracování (1)

Máme dost času (2)

Přístupné z domova (1)

Může mi s tím někdo pomoci (1)

**b) zápory**

Ne všichni k Internetu mají přístup (29)

Úlohy by se mohly společně řešit ve škole (2)

Mohla by být možná konzultace (1)

Po druhé to nejde otevřít – SLMS (2)

Špatně přístupné (3)

Nemáme výsledky, podle kterých bychom si to mohli třeba zkontrolovat (8)

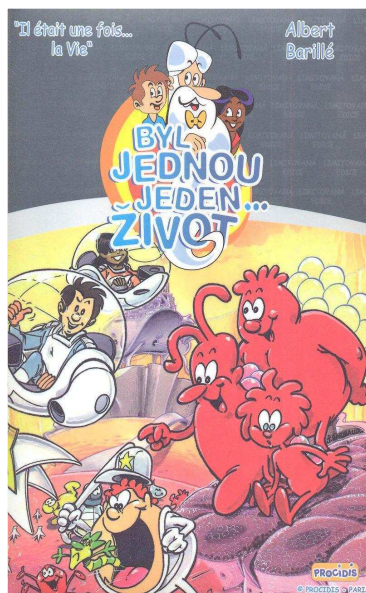
Tento dotazník pak sloužil pro nastavení nových parametrů a způsobů hodnocení úloh, které byly žákům ukládány přes Internet. Zlepšil se také způsob komunikace. A v současné době žáci tento způsob zadávání úloh přijali.

### 3D animace ve výuce fyziky

Cyril Havel, katedra fyziky, PdF, UHK

Jako asi každý malý kluk a holka jsem vždy rád sledoval animované seriály a filmy, které přicházely na televizní obrazovky. Seriály jako např. Kačeri příběhy, Soptík nebo Chip a Deil byly postaveny na řešení tajů a záhad s neuvěřitelnými dopravními prostředky, objevy a vynálezy. Scénáristé dokázali vytvořit velmi poutavou zápletku, kde proti sobě stálo zlo a dobro. Takovéto příběhy byly pro malé děti neodolatelné a každou neděli ráno musely vstát z postelí, aby je viděly. O příbězích, které běžely na obrazovkách se domnívám, že byly velice výchovné, ale nikdy nebylo vysvětleno, jak všechny ty dopravní prostředky, roboti adt. fungují nebo jak jsou vyrobené. Pravděpodobně pro scénáristy by tento úkol mohl vypadat jako ztráta času nebo dokonce problém ztráty mladých diváků, zkrátka jim se jedná komerční svět „animáků“.

Já se domnívám, že takto poutavě vytvořené příběhy okořeněné fyzikou, chemií či biologií, by mohly být nejenom zábavné a výchovné, ale hlavně i naučné. Existuje jeden seriál, který se nazývá. Byl jednou jeden život. Seriál je velmi známý a oblíbený. Jednotlivé díly jsou o stavbě člověka, popisované hlavně krvinkami v krevním řečišti, které řeší zajímavé otázky o funkcích různých částí těla nebo o jejich důležitosti pro život organismu. Důležitá fakta o částech těla jsou vyprávěčem poutavě vyprávěny a na televizní obrazovce vyobrazeny pomocí vtipných karikaturních postavíček. Malý divák se tak setká s příběhem, který mu na míru sedí a má velikou šanci se z příběhu i něco naučného dozvědět.



Obr. 1: Animovaný příběh *Byl jednou jeden život*



Obr. 2: *Podivuhodná dobrodružství Vladimíra Smolíka*

Ve filmovém a komerčním světě jsou animace na denním pořádku již několik desetiletí. Za posledních několik let se výkon běžných uživatelských počítačů natolik zvětšil a animační programy natolik zlepšily a zjednodušily, že i pro běžného uživatele je prakticky možné vytvořit si vlastní jednoduchou animaci. Na katedře fyziky na Univerzitě Hradec Králové se zabývám tvorbou animací do fyziky a tvorbou krátkých příběhů s fyzikální tematikou, a proto bych vám rád představil nástroj, ve kterém je možno animace vyrábět a to pro školní nebo i mimoškolní využití. Tento program se nazývá Blender a je určen pro tvorbu 3D obrázků, animací a tvorbu her. Blender mohou používat všichni, kteří chtějí do svých hodin nebo na svoje vlastní webové stránky vyrobit nějakou poutavou video ukázkou.

Pro kreslení by se daly použít i jiné programy jako například 3D max, Maya, Cinema 4D ovšem jejich pořizovací cena je velmi vysoká. Já proto preferuji program Blender, který je pod licencí GNU GPL a tudíž ho lze zdarma stáhnout a výstupy z něj vystavovat nebo i dokonce prodávat. Blender lze stáhnout z domácích stránek [www.blender.org](http://www.blender.org). Sám o sobě zabírá pouze 18 MB. Toto by se mohlo zdát jako jako nevýhoda programu, protože zde nejsou zabudovány knihovny s již předem vytvořenými prvky a objekty, které by jste našli v jiných

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

programech. Knihovny tu však existují a to volně na internetu. Nalezneme zde knihovny například Materiálů [www.blender-materials.org](http://www.blender-materials.org). Proto je dobré při práci s blenderem aktivně využívat internet.



Obr. 3: Příklad jednoduchého obrázku v Blenderu a jeho tvorby

Profesionální programy se předbíhají v počtu funkcí a nástrojů, ale stane se, že vývojáři zapomenou na vnitřní složitost. Program Blender je velmi intuitivní, to znamená, že velké množství nástrojů má dobře uspořádané. Každá funkce má klávesovou zkratku a my je proto pracně nehledáme v různých menu či plovoucích panelech. Tak se můžeme plně soustředit na tvorbu objektů. Práce na animaci je pak výrazně rychlejší a zábavnější. Blender je jednoduchý, ale neznamená, že jen tento program z nižší třídy oproti svým komerčním rivalům. Právě, že naopak má na svoje poměry velmi velké výkony, počty nástrojů a speciálních funkcí. Blender je využíván mnoha grafickými studiemi v zahraničí a „šlape na paty“ profesionálním 3D programům. Každý půlrok přichází nová verze novými funkcemi nebo zlepšením funkcí stávajících. Pro práci na animacích nám postačí tento program a program na úpravu fotek či nějaký editor na kreslení 2D kreseb pro tvorbu a úpravu textur. Já například preferuji Gimp ze stejného balíku licencí GNU GPL. Blender v sobě obsahuje všechny potřebné nástroje pro práci například editor na střihání videa – sequence editor, prostředí pro modelování objektů – model editor, animační prostředí – animation editor. Lze je jednoduše přepínat. Je tu také možnost si vyrobit i vlastní pracovní prostředí, které bude na míru sedět uživateli. Blender spustíme na běžných počítačích. Samozřejmě je tu zásada: čím rychlejší grafika a čím větší rychlost počítače tím pro nás lepší. Také ho spustíme na všech známých operačních systémech, jako MacOSX, všech linuxových systémech (Kubuntu, Ubuntu, Mandriva, Suse), ale i na Microsoft Windows.



Obr. 4: Sada modelů potřebná k tvorbě scén v animaci

Program v sobě obsahuje i herní prostředí takzvaný game engine. V prostředí lze vytvářet interaktivní animace, tedy hry do fyziky pomocí grafického rozhraní. Pokud nám rozhraní nebude stačit, můžeme v Blenderu programovat pomocí jazyku Phyton.

Používání animací by mohlo mít řadu výhod. Lze v nich vytvořit naprosto vše reálné, ale právě i nereálné animace. Tvůrce by měl mít stále na paměti didaktické zásady a základy tvorby filmu, dále by se měl pozorně

podívat jak v reálu různé děje pracují a podle toho je na animovat či zvolit vhodný model. Výhody spatřuji například v animaci fyzikálních pokusů, které lze zpomalit nebo úplně zastavit. Pokusy lze tak úplně rozkládat a popřípadě upozornit na důležité detaily dostatkem času pro ukázkou. Stále však ale preferuji myšlenku, že animace je jen podpůrný prostředek, který má pokus jen uvést a předvést. Student by si měl všechny pokusy zkusit a zpracovat také rukama a ne jenom hlavou nebo v nejhorším případě pouze očima.

Fyzikální pohádka je už velmi složité dílo, které je zapotřebí vytvářet v týmu zkušených animátorů a recenzentů z řad učitelů. Měla by obsahovat zábavu, motivaci a předávání informací nejmenším studentům. Pro svoje pohádky jsem si vymyslel postavu, která se nazývá Alfréd nebo šnek Láďa. Postavička Alfréd je skřítek žijící v penálu. Každou noc vychází a zajímá se o přírodní děje kolem sebe. Jednou se tato postavička objeví ve starých Syrakusách, kde vysvětluje vztakovou sílu a popisuje, jak na to tenkrát Archimédes přišel. Podruhé je na své pirátské lodi s těmi nejhoršími piráty celého Karibiku. Tady vysvětluje jak fungují kladky a páky. Prostředí může být velmi rozmanité a velmi lákavé.

Program Blender má v České Republice i mnoho příznivců, a proto existuje veliké množství materiálu v českém jazyce. Tyto materiály naleznete na internetových stránkách [www.blender3d.cz](http://www.blender3d.cz) nebo [www.3dscena.cz](http://www.3dscena.cz). Dále na domácích stránkách [www.blender.org](http://www.blender.org) naleznete také velké množství internetových odkazů, které jsou schopny vám při výuce pomoci. O programu je také vydáván časopis v anglickém jazyce nebo francouštině BlenderArt najdeme ho na [www.blenderart.org](http://www.blenderart.org).



*Obr. 5: Časopis BlenderArt o programu Blender*

## Zákon zachování momentu hybnosti ve školské fyzice

Václav Havel, katedra obecné fyziky, Fakulta pedagogická, ZČU v Plzni

### Úvod

Zákony zachování tvoří pilíře současné fyziky. Jejich společnou vlastností je to, že v nějaké uzavřené fyzikální soustavě zůstává určitá fyzikální veličina konstantní. Tak např. zákon zachování hybnosti udává, že v mechanicky uzavřené soustavě je celková hybnost konstantní. Je důležité, aby uvažovaná soustava zahrnovala všechna tělesa, která se uvažovaného procesu zúčastňují. Kromě toho víme, že každý zákon zachování souvisí s určitou symetrií soustavy.

V tomto článku bych se chtěl zaměřit na zákon zachování momentu hybnosti. S jeho výkladem a aplikacemi se studenti seznamují již na střední škole a tvoří také důležitou součást vysokoškolského kurzu fyziky. Mnohdy se tak děje takovým způsobem, že není patrná důležitost tohoto zákona. Někdy naopak studenti nabývají dojmu, že tento zákon by měl být zahrnut do soustavy axiomů pohybu a že je chybou Newtonovy mechaniky, která to nečiní. Neuvědomují si možnost deduktivního odvození tohoto zákona z Newtonových principů mechaniky. Často bývá zákon zachování momentu hybnosti spojován výhradně s volným pohybem těles v nějakém silovém poli, jak je tomu např. v případě pohybu planet kolem Slunce.

Máme-li správně pochopit zákon zachování momentu hybnosti, je třeba podrobně poznat jeho vlastnosti pro významné mechanické soustavy.

#### a) Moment hybnosti osamoceneného hmotného bodu

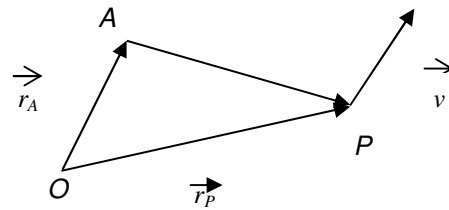
Počátek inerciální soustavy souřadnic zvolíme v bodě  $O$  (obr. 1). Hmotný bod s hmotností  $m$  a rychlostí  $v$  se nachází v bodě  $P$ . Moment hybnosti tohoto hmotného bodu vztážený k bodu  $A$  bude

$\vec{L} = (\vec{r}_P - \vec{r}_A) \times m \cdot \vec{v} = (\vec{r}_P - \vec{r}_A) \times \vec{p}$ . Jako v podobných příkladech zde hraje úlohu především vektor hybnosti  $\vec{p}$  a dále vektor směřující od momentového bodu  $A$  do bodu  $P$ , v němž se nachází hmotný bod. Rozepsáno do souřadnic je to

$$L_x = (y_P - y_A) \cdot p_z - (z_P - z_A) \cdot p_y$$

$$L_y = (z_P - z_A) \cdot p_x - (x_P - x_A) \cdot p_z$$

$$L_z = (x_P - x_A) \cdot p_y - (y_P - y_A) \cdot p_x$$



Obr. 1

Takto definovaný moment hybnosti nezávisí na volbě počátku soustavy souřadnic.

#### b) Moment soustavy hmotných bodů

Budiž dána soustava  $n$  hmotných bodů, jejichž hmotnosti jsou  $m_1, m_2, \dots, m_n$  a jejichž polohy jsou určeny radiusvektory  $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_n$ . Moment hybnosti vzhledem k momentovému bodu  $A$  bude

$$\vec{L} = \sum_{k=1}^n (\vec{r}_k - \vec{r}_A) \cdot \vec{p}_k, \quad (1)$$

kde  $\vec{p}_k = m_k \cdot \vec{v}_k$ .

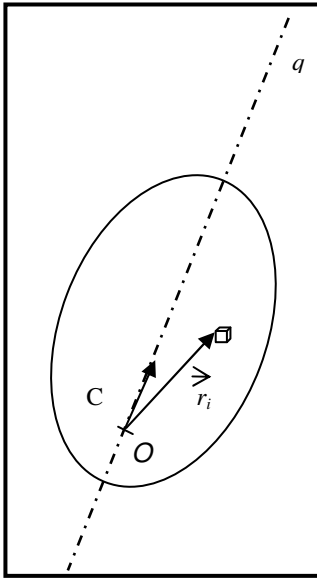
### c) Moment hybnosti tuhého tělesa

Tuhé těleso můžeme považovat za soustavu hmotných bodů, jejichž vzájemné polohy se nemění a běžně působící síly nezpůsobují pozorovatelné deformace. Zvolíme počátek  $O$  a vybraný hmotný bod má hmotnost  $m_i$  a polohu  $\vec{r}_i$ . Potom

$$\vec{L} = \sum_{i=1}^n (\vec{r}_i - \vec{r}_A) \cdot \vec{p}_i, \quad (2)$$

kde  $\vec{p}_i = m_i \cdot \vec{v}_i$  a  $\vec{r}_A$  je poloha momentového bodu. Za momentový bod se často volí hmotný střed tělesa.

### d) Moment hybnosti tuhého tělesa při otáčení kolem pevné osy



Obr. 2

přímka  $q$  tvoří osu otáčení tuhého tělesa. Úhlová rychlost  $\vec{\omega}$  leží v této přímce. Momentový bod  $O$  je zároveň počátkem soustavy souřadnic a leží na ose  $q$  (obr. 2). Moment hybnosti tělesa vzhledem k bodu  $O$  bude

$$\vec{L} = \sum_{i=1}^n \vec{r}_i \times m_i \cdot \vec{v}_i \quad (3)$$

Dále je z dynamiky známo, že při otáčení kolem pevné osy platí vztah mezi úhlovou a postupnou rychlostí ve tvaru  $\vec{v}_i = \vec{\omega} \cdot \vec{r}_i$ . To po dosazení do vztahu (3) dává po úpravě

$$\vec{L} = \vec{\omega} \cdot \sum_{i=1}^n m_i \left[ (\vec{r}_i)^2 \vec{I} - (\vec{r}_i \vec{r}_i) \right] \quad (4)$$

Zde výraz  $\vec{J} = \sum_{i=1}^n m_i \left[ (\vec{r}_i)^2 \vec{I} - (\vec{r}_i \vec{r}_i) \right]$  představuje symetrický tenzor druhého řádu nazývaný momentem setrvačnosti. Symbolem  $\vec{I} = (\vec{i} \vec{i}) + (\vec{j} \vec{j}) + (\vec{k} \vec{k})$  rozumíme jednotkový tenzor a  $(\vec{r}_i \vec{r}_i)$  je dyáda.

S využitím tohoto označení můžeme pro vektor momentu hybnosti napsat vztah

$$\vec{L} = \vec{\omega} \cdot \vec{J} \quad (5)$$

Bude-li nás zajímat pouze průmět momentu hybnosti do osy  $z$ , můžeme užít vztahu, který bezprostředně plyne z (5), t.j.

$$L_z = \omega \cdot J_{zz} \quad (6)$$

Skalární veličina  $J_{zz}$  je souřadnicí tenzoru momentu hybnosti.

### e) Moment hybnosti Země

Při rozboru dynamiky soustavy hmotných bodů, nacházející se na Zemi, docházíme při sledování změn momentu hybnosti v konečné fázi vždy k závěru, že je nutné uvažovat o doprovodných změnách momentu hybnosti Země. Naskytá se proto otázka: „Jak velký je moment hybnosti Země  $L_T$ ?“

Na tuto otázku si odpovíme za určitých zjednodušujících podmínek. Budeme předpokládat, že Země má přibližně tvar koule a její poloměr je  $6,378 \cdot 10^6$  m. Vypočteme nejprve moment setrvačnosti Země vzhledem k ose procházející středem Země a potom pro osu dotýkající se povrchu Země. Pro výpočet momentu setrvačnosti Země uijeme vztahu pro moment setrvačnosti koule [1]  $J_S = \frac{2}{5} \cdot M \cdot R^2$ , kde  $M$  je hmotnost koule a  $R$  její poloměr. Pro osu dotýkající se povrchu Země uijeme Steinerovy věty a dostáváme  $J_P = J_S + M \cdot R^2 = \frac{7}{5} \cdot M \cdot R^2$ . Abychom mohli v dalším rozboru posuzovat změny momentu hybnosti Země,

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

uvedeme zde číselné hodnoty:  $J_S = 9,73 \cdot 10^{37} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ,  $J_P = 3,4 \cdot 10^{38} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ . K výpočtu momentu hybnosti podle vztahu (6) musíme znát ještě úhlovou rychlost Země. Tu vypočteme podle vztahu  $\omega_T = \frac{2 \cdot \pi}{T}$ , kde  $T$  představuje hvězdný den vyjádřený v sekundách, t.j.  $T = 86\,164 \text{ s}$ . Úhlová rychlost Země bude  $\omega_T = 7,292 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ . Potom pro moment hybnosti Země vzhledem k ose procházející středem resp. bodem na povrchu Země obdržíme

$$L_{TS} = 7,095 \cdot 10^{33} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \quad a \quad L_{TP} = 2,48 \cdot 10^{34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}.$$

Zejména si je třeba uvědomit řádovou velikost těchto hodnot, abychom je v dalším rozboru mechanických dějů na povrchu Země uměli dobře vysvětlit.

### f) Kdy moment hybnosti nezávisí na volbě momentového bodu

Nechť je momentovým bodem počátek soustavy souřadnic  $O$ . Za nový momentový bod zvolíme počátek nové souřadnicové soustavy  $O'$ . Vektor  $OO' = a$ , Potom  $\vec{L} = \sum_{k=1}^N \vec{r}_k \times \vec{p}_k$ ,  $\vec{L}' = \sum_{k=1}^N \vec{r}'_k \times \vec{p}_k$ . Dále je

$$\vec{L} = \sum_{k=1}^N (\vec{r}'_k + \vec{a}) \times \vec{p}_k = \sum_{k=1}^N \vec{r}'_k \times \vec{p}_k + \vec{a} \times \sum_{k=1}^N \vec{p}_k = \vec{L}' + \vec{a} \times \sum_{k=1}^N \vec{p}_k.$$

Odtud je zřejmé, že  $\vec{L} = \vec{L}'$ , když  $\sum_{k=1}^N \vec{p}_k = 0$ . To znamená, že výsledná hybnost soustavy musí být nulová. Její hmotný střed je v klidu.

### g) Časová změna momentu hybnosti

Opět budeme uvažovat o soustavě hmotných bodů, jejíž moment hybnosti je dán vztahem (1). Nyní situaci zjednodušíme tím, že momentový bod splyne s počátkem.

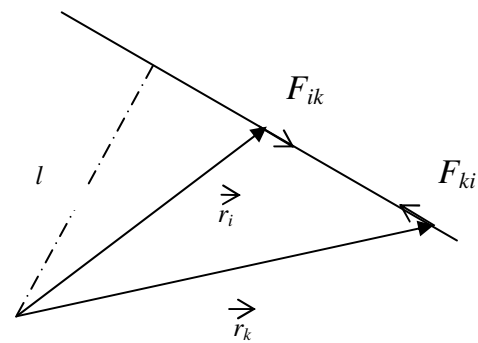
$$\vec{L} = \sum_{k=1}^n \vec{r}_k \cdot \vec{p}_k \quad (7)$$

Na  $k$ -tý hmotný bod působí výsledná síla

$$\vec{F}_k^{(V)} = \vec{F}_k + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k}}^n \vec{F}_{ki}.$$

Zde  $\vec{F}_k$  je vnější síla působící na  $k$ -tý hmotný bod a  $\vec{F}_{ki}$  je vnitřní síla, kterou působí  $i$ -tý hmotný bod na  $k$ -tý. Podle 3. Newtonova pohybového zákona je ovšem  $\vec{F}_{ki} = -\vec{F}_{ik}$ . Pro-

to bude  $\sum_{k=1}^n \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k}}^n \vec{F}_{ki} = 0$ .



Obr. 3

Vypočteme nyní derivaci takto zavedeného vektoru momentu hybnosti. Podle pravidel o derivování a pravidel vektorové algebry bude

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \sum_{k=1}^n \frac{d\vec{r}_k}{dt} \cdot \vec{p}_k + \sum_{k=1}^n \vec{r}_k \cdot \frac{d\vec{p}_k}{dt} \quad (8)$$

protože je  $\frac{d\vec{r}_k}{dt} = \vec{v}_k$  a  $\vec{p}_k = m_k \cdot \vec{v}_k$ , vypadne první součet na levé straně vztahu (8).

Do druhého součtu dosadíme za  $\frac{d\vec{p}_k}{dt} = \vec{F}_k + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k}}^n \vec{F}_{ki}$ , takže dostaneme  $\frac{d\vec{L}}{dt} = \sum_{k=1}^n \vec{r}_k \cdot \vec{F}_k + \sum_{k=1}^n (\vec{r}_k \cdot \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k}}^n \vec{F}_{ki})$ .

Ve druhém členu na pravé straně posledního vztahu se však sčítají momenty vnitřních sil, působících na  $i$ -tý a  $k$ -tý bod (obr.3). Z obrázku je patrné, že rameno obou sil je stejné, každá síla však otáčí opačným směrem. Proto ve dvojitém součtu tyto momenty vypočtené a výsledkem výpočtu bude

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \sum_{k=1}^n \vec{r}_k \times \vec{F}_k = \vec{M}_V \quad (9)$$

To je možno vyjádřit slovy tak, že časová změna výsledného momentu hybnosti je rovna součtu momentů všech vnějších sil na soustavu působících. Momentový bod musí být stejný pro výpočet momentu hybnosti i pro výpočet momentů sil. To je vlastně druhá momentová věta, která je uváděna ve většině vysokoškolských učebnic mechaniky. Zde je východiskem pro další úvahy.

### h) Zákon zachování momentu hybnosti

Když výsledný moment vnějších sil, působících na soustavu, je nulový, bude  $\frac{d\vec{L}}{dt} = 0$ .

Odtud vyplývá, že  $\vec{L} = konst.$  (10)

To lze formulovat tak, že soustava, v níž je výsledný moment vnějších sil nulový, zachovává svůj celkový moment hybnosti. Opět požadujeme, že všechny momenty musí být vztaženy k témuž momentovému bodu.

Velkolepým příkladem zákona zachování momentu hybnosti je naše sluneční soustava. Sečteme-li všechny momenty hybnosti (příslušející rotačním i revolučním pohybům) pro Slunce, planety a jejich měsíce, planetky, periodické komety a další drobná tělesa, dostaneme výsledný moment hybnosti, který je dlouhodobě stálý. Může se ovšem změnit, pokud by bylo zachyceno nové těleso, které se do oblasti naší sluneční soustavy dostalo ze vzdáleného prostoru.

Vztah (10) je matematickým vyjádřením zákona zachování momentu hybnosti. Je třeba ještě poněkud doplnit tento zákon. Některé typy sil nemění moment hybnosti soustavy, na kterou působí. Typickým příkladem jsou centrální síly. Sílu, jejíž centrum je v počátku (což je záležitostí volby), můžeme zapsat ve tvaru  $\vec{F} = A(r)\vec{r}$ , kde  $A(r)$  je veličina, která závisí jen na vzdálenosti od silového centra. Na hmotný bod, nacházející se v místě  $\vec{r}$  bude působit síla, jejíž moment hybnosti je nulový, neboť  $\vec{r} \cdot A(r)\vec{r} = 0$ . Pro centrální síly je typické to, že vykazují středovou symetrii. Některé síly mohou vykazovat osovou symetrii, t.j., že se nemění, když soustava vykoná translaci o vektor  $\vec{b}$ . Platí tedy  $\vec{F}(\vec{r}) = \vec{F}(\vec{r} + \vec{b})$ . V tomto případě se zachovává složka momentu hybnosti spadající do směru určeném vektorem  $\vec{b}$  (válcová symetrie).

## Příklady a pokusy k objasnění zákona zachování momentu hybnosti

### Hlavní zásady při řešení příkladů a vysvětlování výsledků pokusů:

- a) Je třeba správně vymezit uzavřenou mechanickou soustavu. O každém tělese připadajícím v úvahu je nutno rozhodnout, zda do soustavy patří, či nikoliv.
- b) Momenty hybnosti všech těles musí být určeny jako vektory, tzn. nejen velikostí, ale i směrem.
- c) Pro celou uzavřenou soustavu musí být pevně zvolen jediný momentový bod.

### 1. Rozbíhání a zastavování elektromotoru

Elektromotor je namontován k pevné podlaze tak, že jeho osa je vodorovná a míří ve směru sever – jih. Naším úkolem je vysvětlit platnost zákona zachování momentu hybnosti při rozbíhání a zastavování motoru.

#### Řešení

Uzavřená mechanická soustava se sestává z motoru a Země. Momentovým bodem je hmotný střed kotvy motoru. Budeme sledovat momenty hybnosti ležící ve směru osy elektromotoru. Na začátku procesu je motor v klidu a jeho moment hybnosti je nulový. Po zapnutí proudu se kotva začne roztáčet a po chvíli dosáhne maximálních otáček a příslušná úhlová rychlost bude  $\omega_m$ . Odpovídající moment hybnosti je  $\vec{L}_m = J \cdot \vec{\omega}_m$ , kde  $J$  je moment setrvačnosti kotvy motoru vzhledem k rotační ose. Nákres situace se zřetelím na umístění na Zemi je na obr. 4.



Průmět vektoru  $\vec{\Omega}$  do horizontální roviny je  $\Omega \cdot \cos \varphi$ , takže průmět momentu hybnosti Země do téhož směru je vzhledem k bodu  $O$   $L_k = (J_S + M_Z \cdot R_Z^2) \cdot \Omega \cdot \cos \varphi$ . Na počátku procesu rozbíhání motoru byl moment hybnosti motoru nulový, takže moment hybnosti soustavy (motor + Země) byl  $L_v = 0 + L_h$ . Po dosažení žádaných obrátek to bylo  $L'_h = L_m + L_h + \Delta L_h$ . Protože pro tuto uzavřenou soustavu platí zákon zachování momentu hybnosti, musí být  $L_h = L'_h$  a odtud  $\Delta L_h = -L_m$ . Provedeme i číselný odhad pro zvolené parametry motoru. Nechť je  $J = 0,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ,  $\omega_m = 300 \text{ s}^{-1}$ ,  $L_m = 150 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . Je-li zeměpisná šířka  $50^\circ$  z.š., vychází pro změnu úhlové rychlosti Země

$$\Delta\Omega = \frac{-L_m}{(J_S + M_Z \cdot R_Z^2) \cdot \cos \varphi} = -6,86 \cdot 10^{-37} \text{ s}^{-1}.$$

Relativní změna úhlové rychlosti bude  $\left| \frac{\Delta\Omega}{\Omega} \right| = 9,4 \cdot 10^{-33}$ . Taková změna je ovšem neměřitelná, ani nejdokonalějšími současnými přístroji. Při zastavování motoru bude proces opačný. Země získá přírůstek úhlové rychlosti, svojí velikostí stejný jako výše vypočtený, ovšem opačně orientovaný. Při výpočtu bylo užito zákona zachování momentu hybnosti v soustavě motor – Země. Přeměny kinetické energie v jiné formy energie nemusí být uvažovány.

## 2. Plavba tankeru po rovníku

Tanker s výtlakem 647 000 tun pluje od východu k západu po rovníku rychlostí  $36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Jakou změnu úhlové rychlosti Země to vyvolá?

### Řešení

Uzavřená mechanická soustava bude tvořena tankerem a Zemí. Za momentový bod zvolíme zemský střed. Počáteční moment hybnosti Země je  $L_Z = J_Z \cdot \Omega_Z$ , kde  $J_Z = 9,73 \cdot 10^{37} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ,  $\Omega_Z = 7,29 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ . Pro  $L_Z$  tedy vychází hodnota  $7,1 \cdot 10^{33} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . To je zároveň výsledný moment hybnosti, pokud je loď v klidu. Moment hybnosti tankeru při plavbě vypočteme podle vztahu  $L_L = M_L \cdot v \cdot R_Z$ , kde  $M_L, v, R_Z$  jsou po řadě hmotnost lodi, její rychlost a poloměr zemský. (Číselně je to  $-4,13 \cdot 10^{16} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ). Znaménko minus je zde v důsledku toho, že moment hybnosti lodi je namířen proti momentu hybnosti Země. Výsledný moment hybnosti soustavy potom bude  $L_v = L_Z + L_L + \Delta L_Z$ . Ze zákona zachování hybnosti dostaneme  $\Delta L_Z = -L_L$ .

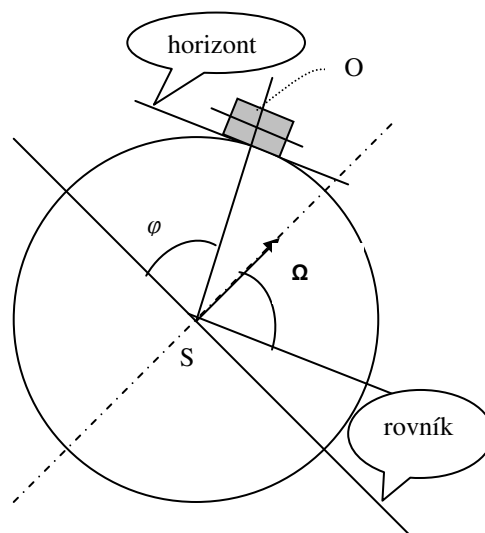
Číselně je to hodnota kladná, vedoucí ke zvětšení úhlové rychlosti Země. Relativní změna úhlové rychlosti bude  $\left| \frac{\Delta\Omega_Z}{\Omega_Z} \right| = 5,82 \cdot 10^{-18}$ . Také takováto změna je neměřitelná soudobými prostředky.

## 3. Pokus s přeměnou kinetické energie a s vysvětlením zákona zachování hybnosti

Uzavřená mechanická soustava je tvořena experimentální aparaturou a Zemí. Momentovým bodem je hmotný střed části aparatury (sestavující se ze setrvačnicku a rámu  $R_1$ ). Schéma aparatury je na obr. 5.

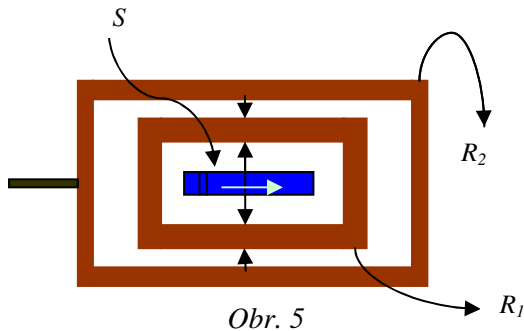
Kruhový setrvačnick  $S$  má osu upevněnou ve svislé poloze v rámu  $R_1$ . Také rám  $R_1$  se může otáčet kolem svislé osy v rámu  $R_2$ , který je upevněn na stativu. Nejprve rám  $R_1$  podržíme a setrvačnick uvedeme do rychlé rotace. Potom uvolníme rám  $R_1$ .

Vlivem tření ve hrotech se postupně uvede rám  $R_1$  do rotace až v závěrečné fázi se setrvačnick i rám otáčejí stejnou úhlovou rychlostí. Označíme-li moment setrvačnosti setrvačnicku  $J_S$  a moment setrvačnosti rámu  $J_R$ , bude platit vztah vyplývající ze zákona zachování hybnosti ve tvaru



Obr. 4

$$J_S \cdot \omega_S = (J_S + J_R) \cdot \omega_V ,$$



kde  $\omega_S$  je počáteční úhlová rychlost setrvačníku a  $\omega_V$  výsledná úhlová rychlost soustavy setrvačník + rám  $R_I$ .

Po chvíli se ovšem rotace zastaví a my opět můžeme konstatovat, že chybějící moment hybnosti převzala Země. Její změna úhlové rychlosti je opět nulová – změna při roztáčení soustavy se vykompenzuje změnou při zastavování. Zde je důležitá skutečnost, že zatímco se mechanická energie přeměnila v jiné formy energie, moment hybnosti, který měl setrvačník se nakonec odevzdal Zemi.

#### 4. Pokusy s otáčivou stoličkou

Řada klasických pokusů na demonstraci zákona zachování hybnosti vychází z užití otáčivé stoličky nebo rotační plošinky. Na plošinku si stoupne student a v ruce drží kolo z bicyklu, které má místo pneumatiky olověnou trubku nebo podobnou zátěž. Osa kola je vodorovná. Demonstrátor kolo roztočí. V této situaci do svislé osy (zvolíme ji za osu  $z$ ) připadá nulová složka momentu hybnosti ( $L_z = 0$ ). Potom student otočí osu bicyklu do svislé polohy. Výsledná složka hybnosti do osy  $z$  musí být opět nulová. Nyní však je  $L_z = L_k + L_s = 0$ . Zde  $L_k$  je moment hybnosti kola a  $L_s$  je moment hybnosti studenta i s plošinkou. Student se začne otáčet úhlovou rychlostí opačně orientovanou než je úhlová rychlost kola. Platí jednoduchý vztah

$$\omega_s = \frac{L_s}{J_s} = -\frac{L_k}{J_s}.$$

Když opět uvede kolo do pozice s vodorovnou osou, jeho rotace se zastaví. Podobný je i modifikovaný pokus. Student na otočné plošince drží kolo jednou rukou ve svislé pozici. Kolo je v klidu. Když kolo sám roztočí druhou rukou, začne se i s plošinkou otáčet na opačnou stranu. Opět na počátku i na konci pokusu je výsledný moment hybnosti nulový.

#### 5. Zákon zachování momentu hybnosti v jaderné fyzice a ve fyzice elementárních částic

Zákon zachování momentu hybnosti je užíván i v jaderné fyzice a ve fyzice elementárních částic při vyhodnocování možnosti jednotlivých interakcí mezi částicemi. Opět zde platí, že celkový moment hybnosti před reakcí se rovná celkovému momentu po reakci. Do celkového momentu hybnosti je nutno zahrnout i vlastní moment hybnosti částic, který nazýváme spinem.

#### 6. Zpomalování rotace Země

Od třicátých let minulého století je známo, že Země se při svém otáčení kolem osy zpomaluje. Znamená to, že hvězdný den není tak stálý, jak se domnívali astronomové již od starověku. Příčinou zpomalování zemské rotace jsou slapové síly. Ty mají svůj původ v účinku Měsíce a Slunce. Máme-li vysvětlit úbytek momentu hybnosti Země, musíme uvažovat o mechanické soustavě sestávající ze Země, Měsíce a Slunce. Část momentu hybnosti, kterou ztrácí Země převezmou zbývající dvě nebeská tělesa.

#### Závěr

Uvedenými příklady a pokusy se ovšem didaktické využití zákona zachování momentu hybnosti nevyčerpává. Je třeba žáky přesvědčit, že zákon zachování momentu hybnosti se ve všech přírodních dějích i technických pohybech striktně uplatňuje. Je-li na začátku nějakého procesu výsledný moment hybnosti nulový, zůstane nulovým i po jeho skončení. Moment hybnosti ovšem může být jinak rozložen mezi jednotlivá tělesa uzavřené soustavy. Je zejména nutné přesvědčit žáky a studenty, že se moment hybnosti nechová jako mechanická energie, která se v reálných přírodních procesech obvykle přeměňuje v jiné formy energie.

## Jak učit fyziku na základní škole s interaktivní tabulí

*Eva Hejnová, katedra fyziky, PŘF, UJEP v Ústí nad Labem*

*Růžena Kolářová, KDF, MFF, UK, Praha*

### 1. Úvod

Pojmy interaktivita, interaktivní výuka, interaktivní tabule jsou ve školství v současné době velice frekventované. Jsou školy, které interaktivní tabuli využívají řadu let, jiné váhají, někde nejsou finanční prostředky, jinde je obava vyučujících (možná i vedení školy) z tohoto „výstřelku výpočetní techniky.“

V tomto článku se chceme nejprve zabývat problematikou interaktivní výuky z obecnějšího hlediska, poukázat na její souvislost s ostatními formami a metodami výuky a v neposlední řadě také s aktuálně probíhající transformací našeho školství. V druhé části článku představíme soubor multimediálních prezentací pro výuku na interaktivní tabuli, které na CD vydalo nakladatelství Prometheus v dubnu 2009.

### 2. Interaktivní výuka ve školní praxi

Při zevrubném historickém pohledu dospějeme k zjištění, že interaktivita ve výuce není v pedagogice zdaleka ničím zcela novým a převratným. Není nutné přehodnocovat dílo J. A. Komenského, není třeba opouštět či měnit pedagogické principy a zásady. V dějinách výchovy a vzdělání můžeme zaznamenat různé trendy a směry, zaměřující se na rozličné složky žákovy osobnosti. Doba a s ní technika pokročila, suma informací a poznatků se mnohonásobila a systém vzdělání, metody a formy výuky se tomu musí nutně přizpůsobit.

Především je nutné zdůraznit jednu podstatnou skutečnost: díky mediálním prostředkům, výpočetní technice, internetu a novým multimediálním technologiím škola není jediným, nýbrž jedním z mnoha zdrojů informací a poznání pro žáky. S rozvojem vědy, moderních technologií se stále zdokonaluje i didaktická technika, která vnáší nové prvky do vyučovacího procesu. Pedagogům usnadňuje práci a žákům přináší přitažlivější, názornější a pestřejší výuku. V tomto směru bylo zásadním mezníkem zavedení počítačových technologií a internetu.

V současné době zaznamenáváme určitou diferenciaci při využití počítače ve výuce. Zatímco předměty zabývající se informačními a komunikačními technologiemi preferují trend individualizace – tj. každému žákovi dát k dispozici počítač, na němž relativně samostatně plní zadávané úkoly, ve výuce ostatních předmětů se objevil nový fenomén – interaktivní tabule. V tomto případě celé třídě postačí jediný počítač, a přesto se většina žáků může aktivně zapojit do výuky a ta se stává interaktivní.

První trend s sebou přináší poměrně značné finanční nároky, druhý je velice zajímavý z mnoha aspektů, nejen z provozně – ekonomických (ušetření finančních prostředků), ale především psychologických, didaktických a sociálních. Technologie interaktivní tabule v sobě zahrnuje dosavadní možnosti názorné výuky, které navíc obohacuje o originální prvek interaktivity. Prosazování a uplatňování nových trendů, včetně interaktivní výuky, je určitou reakcí na tradiční, transmisivní pedagogiku. Tradiční pedagogika využívá převážně frontálního výkladu, tj. předávání více méně hotových poznatků, žáka pokládá spíše za pasivní objekt, který učitel zahrnuje fakty a víceméně neoddiskutovatelnými pravdami. Očekávanou aktivitou ze strany žáka je reprodukce výkladu, případně opakování předem definovaných a nacvičených postupů. Dostí častým, přestože mnohdy nezamýšleným důsledkem takového přístupu, je „produkce“ nesamostatných, submisivních, netvůrčích osobností bez vlastních názorů, komunikačních dovedností a schopnosti prosazovat vlastní myšlenky.

Jednou z možných cest jak přizpůsobit vzdělávací proces žákům v době „moderních technologií“ je i interaktivní výuka. Ta, jako jeden z hlavních didaktických principů pedagogického konstruktivismu, staví na přední místo změnu tradičně zažitých rolí učitele a žáka, klade důraz na aktivní spoluúčast žáků ve výuce. Z učitele a žáků se stávají partneři, které spojuje úsilí o dosažení společného cíle. Učitel usměrňuje diskuse, zdůvodňuje vhodná řešení, nevnucuje, ale provází žáky při jejich objevování všeho nového. Role učitele zůstává i nadále nezastupitelná, příprava na hodiny vedené interaktivní formou je však náročnější než při klasické výuce. Z učitele se stává rádce, metodik, průvodce. Žák se stává aktivním subjektem, který má vliv na průběh a podobu tohoto procesu, je chápán jako zdroj nápadů, myšlenek a výrazně spoluutváří, modifikuje a v pokročilejších stádiích i sám vede výukový proces. Interaktivní výuka mění školu z místa nucení, sankcí, stereotypu, nudy, někdy i strachu na prostor kreativity, seberealizace a „přirozených“ odměn ve formě reflektovaného rozvoje a pozitivních zpětných vazeb.

Základním stavebním elementem při tvorbě výukového materiálu jsou multimediální prezentace. Ty začaly pronikat do výuky na školách tempem odpovídajícím nástupu informačních a komunikačních technologií a zejména se začaly využívat záhy po uvedení softwarového balíku Microsoft Office a jeho aplikace Power Point na počítačový trh.

Multimediální prezentace se postupně staly novým pojmem v kategorii názorných pomůcek a přinesly do výuky zásadní kvalitativní změny. Jsou technologicky na vyšším stupni didaktické formy podání látky než například výukový film nebo video, a to i přesto, že postrádají jejich dynamiku. Nutno ovšem zdůraznit, že i když prezentace je základním stavebním kamenem při tvorbě výukových materiálů pro interaktivní tabuli, nemusí výuka s ní být interaktivní. Interaktivními se multimediální aplikace stávají až tehdy, kdy do nich mohou zasahovat samotní žáci, ovlivňovat jejich obsah a aktivně s nimi pracovat. Využívání prezentace, ať už běžné, multimediální či interaktivní je účelné zejména:

- u témat, kde se pracuje s obrázky nebo schémata, které by se musely zdlouhavě kreslit na tabuli. Ty je výhodné mít připraveny. Není to však dogma, někdy je pro žáky důležité sledovat postupnou genezi fyzikálního jevu, neboť výsledek má někdy složitější a méně přehlednou strukturu. I tento faktor se dá velice dobře řešit časováním prezentace, kdy se postupně aktivizují jednotlivé fáze (např. vytváření grafu závislosti dvou veličin, konstrukce obrazu vytvořeného spojkou, schéma elektrického obvodu),
- u zápisu do sešitů, včetně náčrtu pokusu apod.,
- u témat, kde mohou různé animace zvýšit názornost a podpořit tak pochopení a zapamatování látky (např. změna úhlu lomu při změně úhlu dopadu paprsku, nebo změna výslednice sil při změně úhlů, které svírají skládané síly),
- ve fázi hodiny, kde je potřebné předvést žákům objekty, obrázky nebo fotografie (které by jinak např. musely jednotlivě kolovat třídou),
- chceme-li využít odkazů na webové stránky (jednoduše se lze připojit např. k již vytvořeným appletům, dálkově řízeným experimentům na univerzitách celého světa nebo stránkám s nejrůznějšími zajímavostmi a informacemi vztahujícími se k danému tématu, což má pozitivní výchovný a motivační efekt).

Rozhodnutí o tom, zda použít multimediální prezentaci nebo jinou formu didaktické interpretace učiva, musí učinit sám učitel. Její použití závisí na didaktických, ekonomických, psychologických, materiálních a organizačních podmínkách týkajících se probíraného tématu učiva a také konkrétní třídy žáků.

Práce s multimediálními prezentacemi prostřednictvím interaktivní tabule je díky své atraktivní formě žákům blízká, je zajímavá a motivující, a to především v počátečních fázích práce, kdy pozornost žáků je spontánně vyvolána změnou. Interaktivní tabule umožňuje zpestření výuky, podporuje tvůrčí atmosféru ve třídě, utváří u žáků pozitivní vztah k osvojování vědomostí, celkově zpříjemňuje proces učení a vzdělávání. Hlavními aktéry výuky se totiž stávají především žáci spolu s učitelem.

Interaktivní tabule poskytuje učitelům i žákům okamžitou zpětnou vazbu. Slouží ke zprostředkování diskuse mezi učitelem a žáky, podněcuje žáky k vyjádření vlastních názorů a umožňuje jim řešit fyzikální situace a problémy s využitím zajímavých informací z internetu, kde nacházejí nejrůznější souvislosti historické, geografické, přírodopisné a další možnosti vizualizace, animace či applety. Žáci se mimoděk učí i prezentačním dovednostem, které pak mohou využít při zpracování vlastních projektů.

Zefektivnění pedagogické práce přináší hotové prezentace, které jsou dostupné na internetu nebo je nabízejí různá nakladatelství. Učitel může tyto prezentace podle svých představ upravovat, doplňovat, aktualizovat, případně vytvářet prezentace nové. Využitím již připravených prezentací tak učitel získává čas pro své žáky, který pak může věnovat efektivnějšímu řízení hodiny (pozorování, experimentování, měření, mezipředmětovým vztahům, k důkladnějšímu procvičení učiva apod.).

### **3. Informace o CD s multimediálními prezentacemi pro výuku fyziky na ZŠ**

Nakladatelství Prometheus připravilo CD s multimediálními prezentacemi pro výuku fyziky na ZŠ s možností využití na interaktivní tabuli. Toto CD doplňuje učebnici autorů R. Kolářová a kol.: Fyzika pro 6. ročník ZŠ, ale užitečné bude i všem učitelům, kteří učí podle jiných učebnic. Autorský kolektiv je tvořen didaktiky i učiteli ze základních škol (E. Hejnová, Přírodovědecká fakulta UJEP, Ústí nad Labem, R. Kolářová, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha, V. Bďínková, Základní škola, Novolíšeňská 10, Brno, V. Kamenická, Základní škola, Uhelný trh 4, Praha 1).

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

V prezentacích je zahrnuto velké množství aplikačních i problémových úloh, námětů na zajímavé pokusy i další samostatnou práci žáků. Jednotlivé úlohy v předváděcích sešitech využívají v maximální míře možností interaktivní tabule. Velký důraz je kladen na motivaci žáků, mezipředmětové vztahy a využití fyzikálních poznatků v běžném životě. Jednotlivé stránky lze využít na začátku hodiny k motivaci žáků, ve výkladové části hodiny, ale zejména při procvičování, opakování a upevňování probraného učiva. Učitel si rovněž může vybrat jen některé stránky a ty případně i vytisknout a použít jako pracovní listy.

Prezentace jsou připraveny ve formě předváděcích sešitů k použití na interaktivní tabuli typu ACTIVboard využívající programu ACTIVstudio. Pro jiný typ interaktivní tabule nebo dataprojektor je možné využít studentskou verzi ACTIVstudia, která je umístěna přímo na CD.

Po vložení CD do počítače se zobrazí přehled všech předváděcích sešitů (Měření délky, Měření objemu, Měření hmotnosti, Měření hustoty, Měření času, Měření teploty). Jedním kliknutím na kterýkoliv předváděcí sešit se lze dostat na první stránku sešitu, kde je seznam názvů jednotlivých článků. Jedním kliknutím na zvolený článek se pak lze dále dostat na seznam úloh (úlohy jsou pro snazší orientaci pojmenovány) a odtud dále na jednotlivé úlohy. Poslední stránku každého předváděcího sešitu tvoří vždy Pojmová struktura, která se vztahuje k celému tématu Měření fyzikálních veličin a je u všech předváděcích sešitů stejná.



Na mnoha stránkách je vpravo na liště záložka „Poznámka“ nebo „Poznámka+“, která obsahuje metodické poznámky k řešení daného problému nebo návod jak se stránkou pracovat z hlediska její interaktivity. Pokud je poznámka doplněna symbolem „+“, je uveden další námět na aktivitu, kterou lze se žáky provádět v souvislosti s uvedenou úlohou nebo problémem. Na několika stránkách je také umístěna záložka „Video“, pomocí které je možné spustit videonahrávku, která se týká daného tématu. Na mnoha stránkách jsou uvedeny odkazy na internet, kde lze najít další zajímavosti, podněty, informace, obrázky, applety atd.

Pro snadnější orientaci jsou všechny stránky předváděcích sešitů rozlišeny různými ikonami, které pomáhají učitelům se rozhodnout, k jakému účelu danou stránku ve výuce využijí. V prezentacích jsou obsaženy následující typy stránek:

- ❓ Na stránkách jsou připraveny různé typy úvodních problémů, které mají sloužit k motivaci žáků před probíráním nového tematického celku.
- ✓ Stránky mají přehledový charakter a lze je využít v průběhu výkladové části hodiny nebo v rámci opakování.
- U Stránky jsou určeny zejména k procvičování učiva. Úlohy jsou konstruovány tak, aby bylo v maximální míře využito možností interaktivní tabule. Podle charakteru úlohy žáci mohou řešit úlohu přímo u tabule, případně ji nejprve vyřešit v lavicích a výsledky na tabuli doplnit nebo zkontrolovat s uvedeným řešením.
- 📷 Stránky obsahují námět na provedení pokusu. Pro snazší provedení experimentu je stránka doplněna fotografiemi, případně videonahrávkou.
- 👁 Stránky zahrnují nejrůznější zajímavosti, nápady, doplňovačky a náměty na další činnosti, které lze v souvislosti s probíraným námětem provádět.

Multimediální prezentace většinou zahrnují takové typy úloh, které využívají nejrůznějších interaktivních prvků, např. doplňování textů, dokreslování obrázků, přesunování a seskupování textů a obrázků, vytváření grafů, skládání obrázků, luštění doplňovaček, zvukové klipy atd. Řešení úloh a některé další texty nebo obrázky jsou skryty a lze je odhalit jedním kliknutím na zakrývající plochu. Do prezentací je zařazeno velké množství fotografií a obrázků. Některé fotografie a obrázky lze pro lepší čitelnost jednoduše kliknutím zvětšit, tato možnost je vyznačena symbolem lupy.

## 4. Závěr

V interaktivní tabuli, resp. v multimediálních prezentacích nelze spatřovat všemocný, a naprosto dokonalý nástroj, řešící veškeré vzdělávací a další problémy současné školy. Zajímavé jsou v tomto směru výsledky studie britského ministerstva školství [6], které interaktivní tabule nechalo zavést do škol v daleko širším měřítku, než je tomu v našich podmínkách. Stojí za to shrnout výsledky studie a především si z něj vzít i ponaučení:

- zavedení interaktivních tabulí nemusí vždy a za každých okolností přinést očekávané zlepšení studijních výsledků žáků,

- v některých případech nové výukové vybavení žáky může spíše rozptylovat, některé žáky dokonce posouvá do role pasivních pozorovatelů,
- v rámci snahy po maximálním využití interaktivnosti tabule a umožnění práce s ní každému žákovi, se paradoxně může snížit efektivnost výuky,
- poměrně dost velký problém může nastat v didaktické aplikaci tabule do výuky (učitelé vesměs nejsou odborníky v tvorbě didakticky vyvážených výukových materiálů, dostatečně jednoduchých a srozumitelných pro práci žáků s nimi),
- ve snaze využít veškeré technologické možnosti tabule může dojít k zahrnutí žáků daleko větším množstvím informací než jsou schopni absorbovat, k větší míře aktivit a tím k přetížení některých žáků s nižším studijním potenciálem. Ve svém důsledku to může vést paradoxně k zpomalení tempa výuky.

Předcházející poznatky jen zdůrazňují nutnost řešit otázku připravenosti budoucích učitelů již v jejich pedagogické přípravě v rámci oborových didaktik. Na PŘF UJEP v Ústí nad Labem se např. osvědčil jednosemestrální výběrový kurz Učíme fyziku s interaktivní tabulí. V rámci tohoto kurzu se studenti dozvědí, jaké jsou hlavní rysy interaktivní výuky, jaké existují typy interaktivních tabulí a jaké jsou jejich periferie, kde získat již připravené prezentace pro použití na interaktivní tabuli, jak správně vytvořit multimediální prezentaci pomocí interaktivní tabule. Jejich úkolem je také vytvořit a předvést vlastní prezentaci.

Na závěr ještě zmiňme i tu skutečnost, že stále existuje řada pedagogů, která má vůči novému typu didaktického podání látky předsudky. Nemá smysl za každou cenu „vnucovat“ nové technologie každému učiteli, na každé výukové téma, ale jen tam a tehdy, kdy tento přístup může pozitivně zvýšit vzdělávací efekt.

## **Literatura**

- [1] Hejnová, E., Heller, V. *Využití interaktivní tabule ve výuce fyziky*. 3. vyd. Ústí nad Labem: UJEP, 2008.
- [2] Hejnová, E. a kol. *Měření fyzikálních veličin*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2009. ISBN 978-80-7196-380-6
- [3] Hausner, M., a kol. *Interaktivní tabuli!* Praha: ZŠ Lupáčova, 2005.
- [4] Rain, T. *Využití prezentačního softwaru v pedagogické praxi*. Praha: Inforum, 2003, Česká zemědělská univerzita, katedra informačních technologií.
- [5] Zárybnická, R. *Případová studie využití interaktivní tabule ve výuce*. Praha, 2007, bakalářská práce ČVUT fakulty elektrotechnické.
- [6] Paton, G. *Whiteboards 'are turning pupils into spectators'* (dostupné na [www stránkách http://www.telegraph.co.uk/news/main.jhtml?xml=/news/2007/01/29/nschool129.xml](http://www.telegraph.co.uk/news/main.jhtml?xml=/news/2007/01/29/nschool129.xml)) (cit. 13.4.2009).

## The Role of the Children's Universities in Innovative Learning Activities

*Peter Hockicko, University of Žilina*

### **Children's Universities – The Idea captures Europe**

In February 2009, the 1st International Conference on Children's Universities took place – “Children's Universities - The Idea captures Europe” at the Eberhard Karls University in Tübingen (Germany). More than 120 organizers of the Children's Universities, teachers, researchers, practitioners, sponsors and journalists from all over Europe and even from overseas got together and participated in this event. Two days full of lectures, workshops and vivid discussions depicted an inspiring image of the diversity of the Children's Universities. As some participants said, it was a perfect forum for exchanging experience on running Children's Universities and on the content of lectures, seminars etc., and a perfect occasion to get in touch with other organisers of the Children's Universities. “Quite a number of new thoughts came to my mind in Tübingen”, said one of them.

One success of the conference was the international attendance. Most remarkable is the fact that the community of the Children's Universities organizers never had contacts to such an extent. Even within countries some new contacts could be established. Contributors from all over the world participated and learned from each other. This made it possible to discuss a very broad spectrum of issues. Certainly, there was a lot of fruitful discussion. The conference in Tübingen showed the importance of an information network for the Children's Universities as the EUCU.NET – European Children's Universities Network shall be. First results presented during the conference showed almost 200 projects in a running state.

### **EUCU.NET – European Children's Universities Network**

The overriding aim of EUCU.NET is to make Children's Universities more visible. As we could see during conference, there was a diversity of Children's Universities - there is no one model of a Children's University but a broad variety of approaches - depending on local conditions and requirements, on institutional backgrounds and most of all on the overall aims. In this time, more than 100 European universities and institutions have initiated such events. The strategic objective of EUCU.NET is to consolidate the existing Children's Universities and enhance their further growth throughout Europe. It is intended to cement already existing procedures in order to successfully achieve the above aims and to increase interaction among the member countries and to enlarge the extent existing practices in a professional and concerted manner. EUCU.NET wants to contribute to a substantial increase in scientific awareness among children and young people and wants to overcome stereotypes and outdated notions about science in general. It wants to change the perceptions the young people have about the scientific careers in general. All these goals are inevitable prerequisites of fostering the participation of children in all social sectors of society [1].

### **The objective of the Children's Universities**

The objective of the Children's Universities is to improve the contact with the young people in particular and with the public at large. The primary aim here is to undo the reservations the young people have concerning the scientific and academic issues at large. The long-term aim is to awaken the interest and the enthusiasm of children and young adults as well. The main objective of the Children's University is to open up the university campus to the public. There is an innovative fact that the universities specifically aim at the interests of children and young people (older than eight years). Generally the format at all universities is similar. It consists of the organisation of the activities in the form of lectures, exercises, excursions or workshops which are specifically aimed at towards the interests and needs of children. Generally, these activities take place at a university campus either during a specified period of time or as a series of events throughout the year [1].

The objectives of the Children's Universities can be summarized as follows:

- Promotion of the interest in science
- Increased face to face contact of children and scientists
- Increased knowledge about science and scientific careers
- Combating stereotypes and using new technologies

## **Children's University of Žilina**

The Children's university at the University of Žilina [2] endeavors to conduce to solving an extra important public problem – the increase of the education level of the nation with the emphasis especially on the young generation to show the importance of the research and development for the future public improvement. It is necessary to reduce the quantity of encyclopedic knowledge and to underline the requirement of the knowledge depth and creative mind. It is necessary to teach young people to think and not only to absorb presented knowledge, too. The basic aim of the Children's university of Žilina is to bring technical science to the attention of the school age children (8 – 12 years old), to eliminate their respect to such subjects as mathematics and physics, and to near them the meaning of research and the application of its results in everyday life.

The Children's University of Žilina is taking place at regular intervals: once a year, during one week in summer in Žilina and Liptovský Mikuláš. Children attend a series of about 13 lectures. Depending on each single activity, teachers, scientists and researchers prepare for 8–12 years old children lectures, exercises, demonstrations and excursions. Our lecturers are the academic staff of universities, especially from the University of Žilina and from the Comenius University of Bratislava (Faculty of Medicine in Martin). For all activities, the venue of the Children's University of Žilina is the institution of higher education: University of Žilina – Faculty of Electrical, Mechanical, Civil, Special Engineering, Faculty of Operation and Economics of Transport and Communications, Workplace of Faculty of Electrical Engineering in Liptovský Mikuláš. We started with this activity in 2005 at the Faculty of Electrical Engineering at the University of Žilina.

Many positive reactions from children which attended Children's University of Žilina were registered in questionnaires. It was absolutely obvious that the laboratory work was most enjoyed [3, 4].

## **Additional Innovating Activities in the Teaching Process**

Slovakia in last few years has been getting through the reform of the educational system. It consists of about two reforms - the first is the reform of regional educational system and the second one is the reform of the university educational system. The main idea of this reform, which appears in the project Millenium, is create a creative – humane educational system with orientation on schoolchildren [5].

To develop the creativity of pupils and improve their relationship to physics, some teachers realize suburban daily camps [6]. In these camps children try to discover famous ideas from school by nontraditional methods.

In grammar school the use of computer simulations seems to be one of the most effective ways to use information technology in physics education. It helps the students to work more actively and supports the developing of their creative thinking [7]. By means of simulations the students can study many situations with different initial conditions.

Some university educators try to change the learning process by setting up supplementary courses of physics and using new modern educational methods such as for example: computer presentations, simulations, animations, experiments and qualitative tasks [8].

Any physics teacher would like to teach the student to use physics, logical and technical thinking that they need in practical life. In order for the students to have positive relation to the study of physics in future the basic idea is to inspire and motivate pupils and young people in such a way that they become interested in science. The Children's University helps us to achieve this goal.

## **Conclusions**

According to the results of the questionnaires [2, 3], children liked the Children's University very much; almost everybody wanted to attend it again. The main reason is the ambition to experience something unique, unusual and not experienced so far. The results of the questionnaires showed that the children's interest in mathematics and natural sciences during the Children's University was much higher than at the elementary schools. It is highly necessary for children to increase the number of the presented experiments, to use multimedia to a larger extent, to develop their imagination and creativity, sense for the team work. Judging by these results from the questionnaires and the children's interest in the Children's University we can suppose that this activity is useful, helpful and inspiring in the learning process of young people. The Children's University is exciting and innovative learning activity and experience outside normal school hours.



## **Acknowledgement**

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. LPP-0195-07.

## **References**

- [1] <http://eucu.net/>
- [2] <http://duef.uniza.sk>
- [3] Tarjányiová, G., Hockicko, P.: Detská univerzita EF ŽU 2005 z pohľadu detí, rodičov a pedagógov, *Matematika Informatika Fyzika* 28 (2006), 117–122.
- [4] Tarjányiová, G., Hockicko, P.: Skúsenosti a trendy vo využívaní inovatívnych postupov vo výučbe prírodovedných predmetov na ZŠ realizovaných v rámci Detskej univerzity EF ŽU 2005. In *Proceedings of conference Teacher of Natural Sciences at the Beginning of the 21st Century*, 2006, Prešov, s. 58–62.
- [5] Krišťák, L, Gajtanska, M.: Additional Course of Physics. In *Proceedings of XXI. DIDMATTECH 2008 conference*, 2008, in press.
- [6] Valovičová, L.: Leto vo fyzikálnom tábore FAJN. In *Proceedings of conference – Tvorivý učiteľ fyziky, Smolenice, 2008*, s. 122–125.
- [7] Holec, S., Spodniaková-Pfefferová, M.: Using simulations in physics education. In: *Proceedings of GI-REP Conference 2006 – Modelling on Physics and Physics Education*. Amsterdam, Nederland: University of Amsterdam, 2006, s. 503–507.
- [8] Němec, M.: Inovatívne metódy vo vyučovaní fyziky a akustiky. In *Proceedings of the 4th International Symposium Material – Acoustics – Place 2008*, s. 103–106.

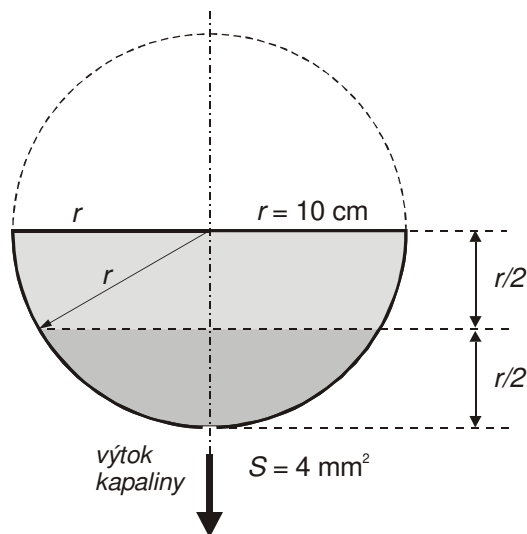
## Přesné fyzikální animace

Jan Hrdý, KEF, PŘF, UP v Olomouci

Nejvýstižnější pohled na fyzikální animace je jako na náhradu školního animovaného filmu [1]. Jejich přínos pro výuku fyziky je tedy zřejmý. Důležitým požadavkem na fyzikální animaci je její přesnost. Jedná se jednak o přesnost grafického provedení a jednak o přesnost časového průběhu [2]. Grafická přesnost je dána kvalitou grafického provedení a tedy především pečlivostí zpracování, časová přesnost je podmíněna vhodným časovým výpočtem a limitována kvalitou programu sloužícího k sestavení animace. Jako ukázka možného postupu při vytváření fyzikální animace uvedených vlastností bylo zvoleno řešení následujícího příkladu.

### Zadání problému pro realizovanou animaci

Jako řešený problém pro realizovanou animaci byl vybrán příklad (př. 200/str. 107) ze starší slovenské sbírky [3]. Česká verze zadání příkladu je následující: Nádoba tvaru polokoule o poloměru  $r = 10$  cm je úplně naplněná kapalinou. Ve dně nádoby je otvor o průřezu  $S = 4$  mm<sup>2</sup>. Za jak dlouho po uvolnění otvoru klesne hladina kapaliny o polovinu poloměru (obr. 1), jestliže koeficient zúžení vytékajícího kapalinového paprsku je  $\mu = 0,6$ ?



Obr. 1: Výtok kapaliny z nádoby polokulovitěho tvaru otvorem ve dně nádoby

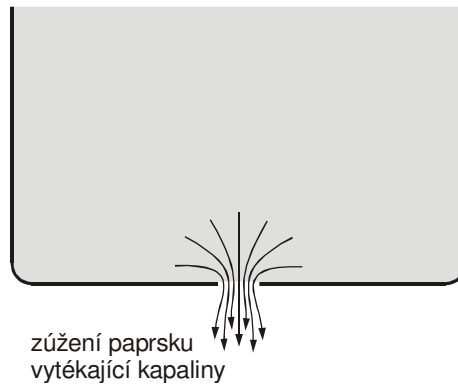
Problematika výtoku kapaliny otvorem ve stěně nádoby je poměrně podrobně zpracovaná ve [4]. Rychlost  $v$  výtoku kapaliny, která vytéká pouze účinkem **vlastní tíhy** z otvoru ve hloubce  $h$  pod hladinou kapaliny nezávisí na hustotě  $\rho$  kapaliny je dána Torricelliovým vzorcem

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}, \quad (1)$$

který velmi dobře odpovídá prakticky naměřeným hodnotám. Na druhé straně, pokud z vypočítané rychlosti  $v$  a průřezu otvoru  $S$  ve stěně nádoby vypočítáme objem vyteklé kapaliny za čas  $t$

$$V = S \cdot t \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}, \quad (2)$$

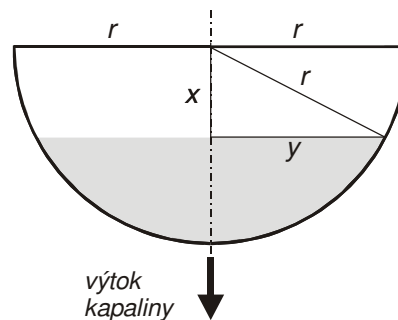
zjistíme značné rozdíly mezi teoreticky vypočítanou hodnotou a hodnotou prakticky naměřenou. Je to způsobeno tím, že dochází k tzv. *zúžení paprsku* vytékající kapaliny (lat. *contractic venae*) asi na 62 % skutečné plochy (obr. 2). Příčina tohoto jevu tkví hlavně v tom, že částice kapaliny přitékají k otvoru ve stěně nádoby ze všech směrů a nemohou na okraji otvoru náhle změnit směr svého pohybu na směr svislý. Týká se to zejména částic pohybujících se podél dna nádoby, tedy ve vodorovném směru. Kapalina tedy nevytéká celým otvorem ve dně, ale pouze jeho částí.



Obr. 2: Vytékající kapalina otvorem ve dně nádoby

### Analytické řešení zvoleného problému

Pro jednoduchost zavedeme další dvě proměnné, jednak veličinu  $x$ , která nám udává, o kolik poklesla kapalina z výchozí polohy za čas  $t$  a veličinu  $y$ , která udává poloměr kruhové hladiny kapaliny v nádobě v hloubce  $x$  (obr. 3).



Obr. 3: Zavedení proměnných  $x$  a  $y$  pro analytické řešení zvoleného problému

Výtoková rychlost kapaliny  $v$  má v libovolném časovém okamžiku  $t$ , kdy hladina kapaliny v nádobě poklesla o hodnotu  $x$ , velikost

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot (r - x)}. \quad (3)$$

Objem kapaliny  $dV$ , který v tomto okamžiku vyteče z nádoby, bude roven

$$dV = \mu \cdot S \cdot v \cdot dt. \quad (4)$$

Protože z geometrických rozměrů nádoby současně platí

$$dV = \pi \cdot y^2 \cdot dx, \quad (5)$$

porovnáním obou posledních dvou vztahů dostaneme

$$\mu \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (r - x)} \cdot dt = \pi \cdot y^2 \cdot dx. \quad (6)$$

Protože současně platí také

$$y^2 = r^2 - x^2, \quad (7)$$

po úpravě dostaneme

$$\mu \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (r - x)} \cdot dt = \pi \cdot (r^2 - x^2) \cdot dx. \quad (8)$$

Odtud již můžeme vyjádřit diferenciál času  $dt$  jako explicitní funkci diferenciálu poklesu hladiny  $dx$ , takže dostaneme

$$dt = \frac{\pi}{\mu \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g}} \cdot \left( \frac{r^2}{\sqrt{r-x}} - \frac{x^2}{\sqrt{r-x}} \right) \cdot dx. \quad (9)$$

Nyní již můžeme provést integraci. Pro výsledný čas  $t_0$ , za který poklesne hladina kapaliny o polovinu poloměru, potom podle citované publikace [3] platí

$$\begin{aligned} t_0 &= \frac{\pi}{\mu \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g}} \int_0^{\frac{r}{2}} \left[ r^2 \cdot (r-x)^{-\frac{1}{2}} - x^2 \cdot (r-x)^{-\frac{1}{2}} \right] \cdot dx = & (10) \\ &= \frac{\pi}{\mu \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g}} \cdot \left[ -2 \cdot r^2 \cdot \sqrt{r-x} + 2 \cdot r^2 \cdot \sqrt{r-x} - \frac{4}{3} \cdot r \cdot \sqrt{(r-x)^3} + \frac{2}{5} \cdot \sqrt{(r-x)^5} \right]_0^{\frac{r}{2}} = \\ &= \frac{\pi}{\mu \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g}} \cdot \left[ \frac{2}{5} \cdot \sqrt{\frac{r^5}{2^5}} - \frac{4}{3} \cdot r \cdot \sqrt{\frac{r^3}{2^3}} - \frac{2}{5} \cdot \sqrt{r^5} + \frac{4}{3} \cdot r \cdot \sqrt{r^3} \right] = \\ &= \frac{\pi}{2 \cdot \mu \cdot S \cdot \sqrt{g}} \cdot r^2 \cdot \sqrt{r} \cdot \frac{28 \cdot \sqrt{2-17}}{30} = \mathbf{497,762\ 863\ 3\ s}. & (11) \end{aligned}$$

Číselná hodnota ve vztahu (11) byla získána výpočtem na PC pro  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  a je zde záměrně uvedena na více desetinných míst pro porovnání s původní hodnotou **493,3 sekundy** uvedenou v publikaci [3]. Rozdíl hodnot vznikl pravděpodobně tím, že uvedený výsledek pochází ještě z prvního vydání sbírky (1960) a byl získán bez využití výpočetní techniky, jen s pomocí logaritmických tabulek, a nebyl již dále aktualizován. Jiná méně pravděpodobná možnost spočívá v použití zaokrouhlené hodnoty tíhového zrychlení  $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , v tomto případě docházíme k výsledku 492,999 1 s.

## Numerické řešení problému

Jak vyplývá z analytického řešení zvoleného problému, celý děj bude trvat asi 500 sekund. K jeho zachycení bude bohatě stačit 25 dílčích snímků. K popisu každého snímku bychom mohli vytvořit jedno samostatné analytické řešení, bylo by to však zbytečně zdlouhavé a nepřehledné. Úplně dostačující je numerické řešení pomocí tabulkového kalkulátoru, např. MS Excel. Postup bude následující:

- Nejdříve se musíme rozhodnout, zda z časového hlediska budou snímky řazeny lineárně, či nikoliv. V našem případě by toto řešení **nebylo vhodné**, protože děj neprobíhá lineárně s časem. Proto raději využijeme lineární dělení v prostorové oblasti a sledovanou polovinu poloměru  $r/2 = 50 \text{ mm}$  použité nádoby rozdělíme lineárně na 25 rovnoběžných vrstev kapaliny o stejné tloušťce 2 mm. Každé takto vzniklá vrstvě potom přiřadíme jeden snímek animace.
- Pro každou vrstvu potom určíme její střední výšku nad vodorovnou rovinou a tomu odpovídající výtokovou rychlost, střední poloměr vrstvy a její přibližný objem a čas, za který vyteče odpovídající množství kapaliny s ohledem na zúžení vytékajícího paprsku – tento čas se bude rovnat době, po kterou bude v animaci zobrazen příslušný snímek.
- Podle provedeného výpočtu by jeden snímek byl zobrazen v průměru po dobu  $500/25 = 20 \text{ s}$ , což je zbytečně dlouhá doba (animace by působila staticky). Klidně můžeme tuto dobu 10krát zkrátit. Každý jednotlivý snímek bude tedy zachycovat všechny myšlené vrstvy, které v daném okamžiku ještě obsahují kapalinu, animace jako celek potom zachytí vyprazdňování celé nádoby.
- Jednotlivé dílčí vypočítané časy budeme současně sumarizovat, abychom je po skončení děje mohli porovnat s přesnou hodnotou získanou analyticky (při výpočtu se dopouštíme určitého zjednodušení tím, když např. objem každé dílčí kulové vrstvy nahrazujeme objemem válce o stejné výšce a o poloměru rovném střednímu poloměru kulové vrstvy).

Vypočítané hodnoty jsou uvedeny v tab. 1. Tato tabulka se skládá ze dvou polovin. Horní polovina tabulky zachycuje výtok kapaliny z horní poloviny nádoby, tedy děj popsáný v zadání problému a slouží ke konstrukci animace. Dolní polovina tabulky je zařazena pro úplnost a zachycuje navíc výtok kapaliny z dolní poloviny nádoby.

### Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

Na řádce 25 tabulky je v posledním sloupci sumarizována celková doba sledovaného děje, tj. hodnota **497,776 2 s**, což velmi dobře koresponduje s přesnou hodnotou (11) získanou analytickým výpočtem **497,762 863 3 s**. Rovněž celkový součet objemu všech 50 dílčích vrstev kapaliny, který je umístěn pod tabulkou, svou velikostí 2 094,499 ml velmi dobře odpovídá teoretické hodnotě objemu polokoule

$$V_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot r^3}{3} = 2\,094,395 \text{ ml} . \text{ Je tedy vidět, že přesnost numerické metody výpočtu je naprosto dostatečná.}$$

Tab. 1 Numerické řešení zvoleného problému

Číslo vrstvy	Ohraničení vrstvy		Výška středu vrstvy [mm]	Střední poloměr vrstvy [mm]	Přibližný objem vrstvy [ml]	Rychlost výtoku kapaliny [m / s]	Objem vytékající z otvoru [ml / s]	Výtok celé vrstvy [s]	Dílčí časový součet [s]
	Hladina horní [mm]	Hladina spodní [mm]							
1	100	98	99	99,995	62,82557	1,39369	3,344863	18,7827	18,7827
2	98	96	97	99,955	62,77530	1,37954	3,310904	18,9602	37,7429
3	96	94	95	99,875	62,67477	1,36525	3,276593	19,1280	56,8709
4	94	92	93	99,755	62,52398	1,35080	3,241919	19,2861	76,1570
5	92	90	91	99,594	62,32292	1,33620	3,206871	19,4342	95,5912
6	90	88	89	99,393	62,07159	1,32143	3,171435	19,5721	115,1633
7	88	86	87	99,151	61,76999	1,30650	3,135598	19,6996	134,8629
8	86	84	85	98,869	61,41814	1,29139	3,099347	19,8165	154,6793
9	84	82	83	98,544	61,01601	1,27611	3,062667	19,9225	174,6018
10	82	80	81	98,178	60,56362	1,26064	3,025542	20,0174	194,6193
11	80	78	79	97,770	60,06097	1,24498	2,987957	20,1010	214,7203
12	78	76	77	97,319	59,50805	1,22912	2,949892	20,1730	234,8933
13	76	74	75	96,825	58,90486	1,21305	2,911330	20,2330	255,1262
14	74	72	73	96,286	58,25141	1,19677	2,872250	20,2808	275,4070
15	72	70	71	95,703	57,54769	1,18026	2,832630	20,3160	295,7230
16	70	68	69	95,074	56,79371	1,16352	2,792449	20,3383	316,0613
17	68	66	67	94,398	55,98946	1,14653	2,751681	20,3474	336,4087
18	66	64	65	93,675	55,13495	1,12929	2,710300	20,3427	356,7514
19	64	62	63	92,903	54,23017	1,11178	2,668278	20,3240	377,0755
20	62	60	61	92,081	53,27513	1,09399	2,625582	20,2908	397,3662
21	60	58	59	91,209	52,26982	1,07591	2,582181	20,2425	417,6087
22	58	56	57	90,283	51,21424	1,05752	2,538038	20,1787	437,7874
23	56	54	55	89,303	50,10840	1,03880	2,493114	20,0987	457,8861
24	54	52	53	88,267	48,95230	1,01974	2,447365	20,0020	477,8882
25	52	50	51	87,172	47,74593	1,00031	2,400744	19,8880	<b>497,7762</b>
26	50	48	49	86,017	46,48929	0,98050	2,353200	19,7558	517,5319
27	48	46	47	84,800	45,18239	0,96028	2,304675	19,6047	537,1366
28	46	44	45	83,516	43,82522	0,93963	2,255106	19,4338	556,5704
29	44	42	43	82,164	42,41778	0,91851	2,204423	19,2421	575,8125
30	42	40	41	80,740	40,96009	0,89689	2,152547	19,0287	594,8412
31	40	38	39	79,240	39,45212	0,87475	2,099390	18,7922	613,6333
32	38	36	37	77,660	37,89389	0,85202	2,044851	18,5314	632,1647
33	36	34	35	75,993	36,28540	0,82867	1,988817	18,2447	650,4094
34	34	32	33	74,236	34,62663	0,80465	1,931158	17,9305	668,3399
35	32	30	31	72,381	32,91761	0,77988	1,871723	17,5868	685,9267
36	30	28	29	70,420	31,15832	0,75431	1,810338	17,2113	703,1381
37	28	26	27	68,345	29,34876	0,72783	1,746798	16,8015	719,9395
38	26	24	25	66,144	27,48894	0,70036	1,680857	16,3541	736,2936
39	24	22	23	63,804	25,57885	0,67176	1,612221	15,8656	752,1592
40	22	20	21	61,311	23,61849	0,64189	1,540531	15,3314	767,4906
41	20	18	19	58,643	21,60787	0,61056	1,465337	14,7460	782,2366
42	18	16	17	55,776	19,54699	0,57753	1,386070	14,1025	796,3391
43	16	14	15	52,678	17,43584	0,54249	1,301986	13,3917	809,7308

44	14	12	13	49,305	15,27442	0,50503	1,212083	12,6018	822,3326
45	12	10	11	45,596	13,06274	0,46456	1,114954	11,7159	834,0486
46	10	8	9	41,461	10,80080	0,42021	1,008514	10,7096	844,7582
47	8	6	7	36,756	8,48858	0,37059	0,889426	9,5439	854,3021
48	6	4	5	31,225	6,12611	0,31321	0,751702	8,1496	862,4517
49	4	2	3	24,310	3,71336	0,24261	0,582266	6,3774	868,8291
50	2	0	1	14,107	1,25035	0,14007	0,336171	3,7194	<b>872,5485</b>
				<b>2094,49982</b>					

## Vytvoření animace

Nyní stačí jen nakreslit 25 různých obrázků polokulovité nádoby částečně naplněné vodou tak, aby výška vody v nádobě odpovídala údajům v jednotlivých řádcích tabulky. Vhodný kreslicí program je CorelDRAW. Učitelé nebo studenti s uměleckými sklony mohou přikreslit také vytékající pramínek kapaliny tak, aby jeho mohutnost odpovídala zhruba výtokové rychlosti v daném časovém okamžiku. Dojde tím k oživení animace a výsledný dojem je potom daleko přirozenější. Jednotlivé snímky je nakonec třeba složit do výsledné animace, vhodný program je např. Corel PHOTO-PAINT, u kterého je možné pro každý snímek udát dobu, po kterou bude za běhu animace promítán.

## Závěr

Cílem tohoto článku bylo ukázat na jednoduchém příkladě konstrukci precizní fyzikální animace dostupnými prostředky. Zájemci o tuto problematiku mohou své připomínky nebo dotazy adresovat autorovi tohoto příspěvku ([hrdy@prfnw.upol.cz](mailto:hrdy@prfnw.upol.cz)). Popsanou animaci je možné si vyžádat tamtéž. Tento příspěvek byl zpracován jako pokračování rozvojového projektu FRVŠ 1297/2006/F6a.

## Literatura

- [1] Hrdý J.: *Fyzikální animace na PC*. In: Sborník konf. „Veletrh nápadů učitelů fyziky 13, Plzeň 2008“. Ed. Rauner K. Nakl. ZČU Plzeň, 2008, 240–244.
- [2] Hrdý J.: *Optimalizace průběhu počítačové animace fyzikálního děje v programu Maple*. In.: Sborník konf. Pedagogický software 2008. Ed. Řehout V. a kol. Scient. Pedagog. Publish., České Budějovice 2008, 139–141.
- [3] Hajko V.: *Fyzika v příkladoch*. Alfa Bratislava, 1971.
- [4] Bělař A., Fuka J., Rudolf V.: *Mechanika a akustika* (učební text). SPN Praha, 1963.

## Modelování dvoukanálových rázů pomocí software MAPLE

Jan Hrdý, KEF, PŘF, UP v Olomouci

Rázy neboli zázně jsou důležitým fyzikálním jevem, jehož hlavní uplatnění je především v technice [1]. Ve fyzikálních učebnicích [2] jsou obvykle definovány jako jev vznikající při skládání dvou kmitů (např. mechanických, akustických nebo elektrických) o blízkých frekvencích  $f_1 > f_2$  a přibližně stejných amplitudách, přičemž frekvence  $f$  výsledných rázů je rovna rozdílu obou frekvencí

$$f = f_1 - f_2. \quad (1)$$

Tento příspěvek se zaměřuje jednak na základní modelování dvoukanálových rázů, které vznikají složením kmitů stejné amplitudy a jednak na popis a modelování dvoukanálových rázů vzniklých složením kmitů o různé amplitudě. Modelování jednotlivých průběhů se provádí pomocí software *MAPLE*.

### Dvoukanálové rázy kmitů o stejné amplitudě

Předpokládejme existenci dvou různých kmitů o stejných amplitudách  $A_1 = A_2 = A$  a různých přibližně stejně velkých frekvencích  $f_1 > f_2$ , jejichž okamžité výchylky  $y_1$  a  $y_2$  jsou dány vztahy

$$y_1 = A \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) = A \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot t) \quad \text{a} \quad (2)$$

$$y_2 = A \cdot \sin(\omega_2 \cdot t) = A \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_2 \cdot t). \quad (3)$$

Výsledné kmity, které jsou doprovázeny jevem zvaným **rázy**, jsou potom dány vztahem

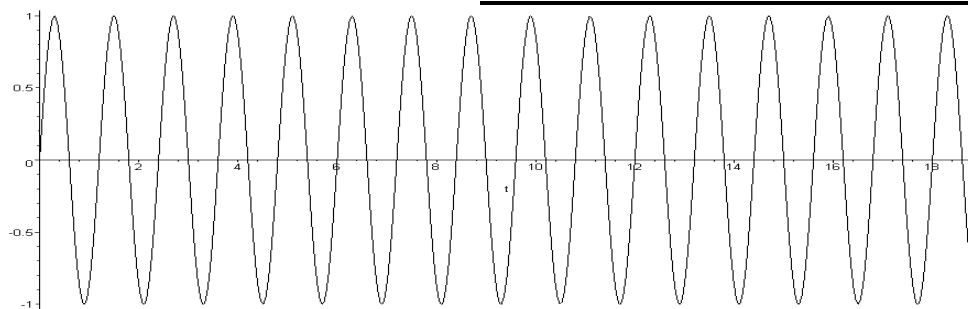
$$y = y_1 + y_2 = A \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) + A \cdot \sin(\omega_2 \cdot t) = A \cdot [\sin(\omega_1 \cdot t) + \sin(\omega_2 \cdot t)]. \quad (4)$$

Celou situaci si můžeme snadno vymodelovat pomocí následujícího programu v Maple, současně bez újmy na obecnosti můžeme dále předpokládat, že  $A_1 = A_2 = 1$ :

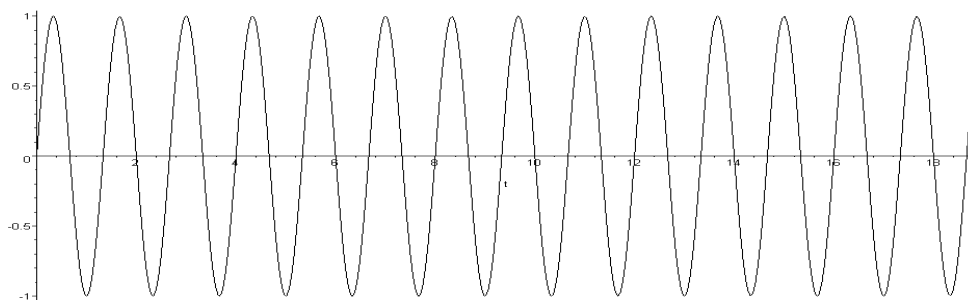
```
> f1:=10/12: f2:=9/12:
om1:=2*Pi*f1: om2:=2*Pi*f2:
y1:=sin(om1*t):
y2:=sin(om2*t):
plot(y1,t=0..6*Pi,colour=black);
plot(y2,t=0..6*Pi,colour=black);
plot([y1,y2],t=0..6*Pi,colour=[black]);
plot([y1+y2],t=0..6*Pi,colour=[black]);
```

Program má celkem čtyři grafické výstupy (příkazy **plot** na posledních čtyřech řádcích programu). Program nejdříve vykreslí časový průběh prvního kmitání  $y_1$  (obr. 1), potom časový průběh druhého kmitání  $y_2$  (obr. 2.), potom nakreslí oba průběhy do jednoho obrázku (obr. 3) tak, aby bylo dobře patrné, kdy jsou oba kmity ve fázi ( $t = 0, 12, \dots$ ) a kdy můžeme tedy očekávat maximum amplitudy vzniklých rázů a naopak, kdy jsou oba kmity v protifázi ( $t = 6, 18, \dots$ ) a kdy bude amplituda rázů minimální. Posledním grafickým výstupem uvedeného programu je průběh výsledného kmitání (obr. 4), kdy vzniklé rázy přesně splňují předpoklady, které jsme formulovali u předcházejícího obrázku.

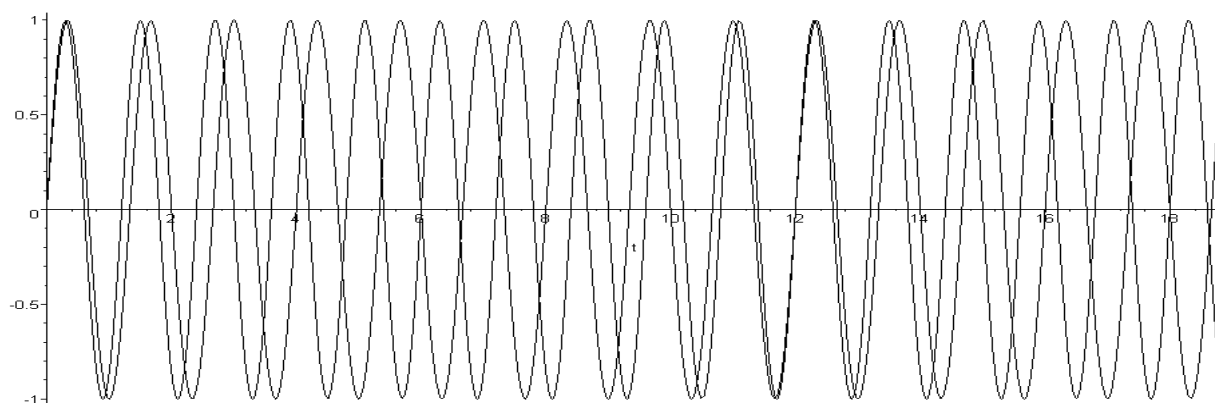
Použité frekvence lze snadno měnit přímo v programovém kódu a sledovat tak, jaký má jejich změna vliv na výsledný kmitavý pohyb a vzniklé rázy.



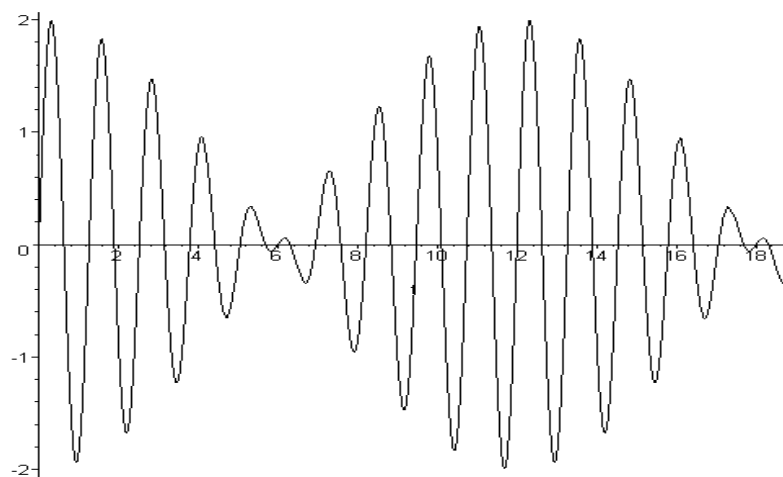
Obr. 1: Časový průběh  $y_1(t)$  prvních skládaných kmitů



Obr. 2: Časový průběh  $y_2(t)$  druhých skládaných kmitů



Obr. 3: Časový průběh obou skládaných kmitů  $y_1(t)$  a  $y_2(t)$



Obr. 4: Časový průběh výsledného kmitání  $y_1(t) + y_2(t)$



### Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

Můžeme jít však i jinou cestou a místo přímého modelování výsledného kmitání provést nejdříve úpravu vztahu (4) s použitím vzorce pro součet hodnot funkce sinus (opět za předpokladu  $A_1 = A_2 = 1$ )

$$y = y_1 + y_2 = 2 \cdot \sin \cdot \frac{(\omega_1 + \omega_2) \cdot t}{2} \cdot \cos \cdot \frac{(\omega_1 - \omega_2) \cdot t}{2}. \quad (5)$$

Tento vztah můžeme interpretovat tak, že výsledné kmitání je tvořeno opět harmonickým kmitáním s jednotkovou amplitudou, s okamžitou výchylkou  $y'$ , úhlovou frekvencí  $\omega' = (\omega_1 + \omega_2)/2$  a prostou frekvencí  $f' = (f_1 + f_2)/2$

$$y' = \sin \cdot \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \cdot t. \quad (6)$$

Jednotková amplituda tohoto kmitání  $y'$  je současně modulována druhým kmitavým pohybem s okamžitou výchylkou  $y''$ , úhlovou frekvencí  $\omega'' = (\omega_1 - \omega_2)/2$ , prostou frekvencí  $f'' = (f_1 - f_2)/2$ , která je dána vztahem

$$y'' = 2 \cdot \cos \cdot \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} \cdot t. \quad (7)$$

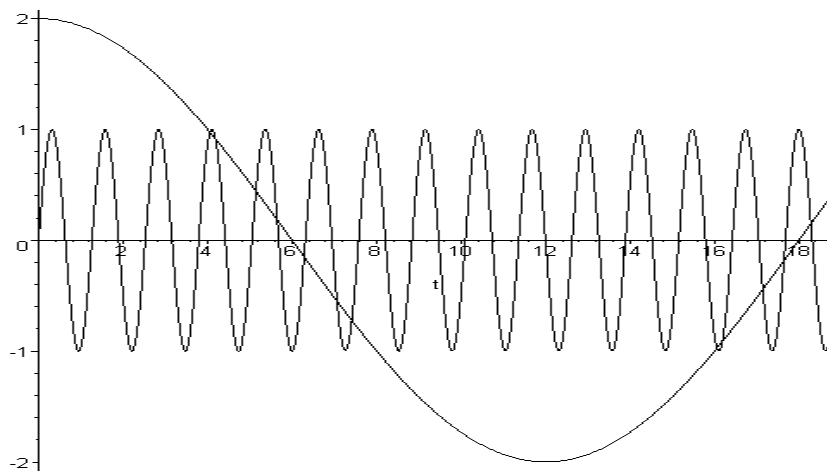
Výsledné kmitání, které je ekvivalentní kmitání vyjádřenému vztahem (4), je potom dáno vztahem

$$y = y' \cdot y''. \quad (8)$$

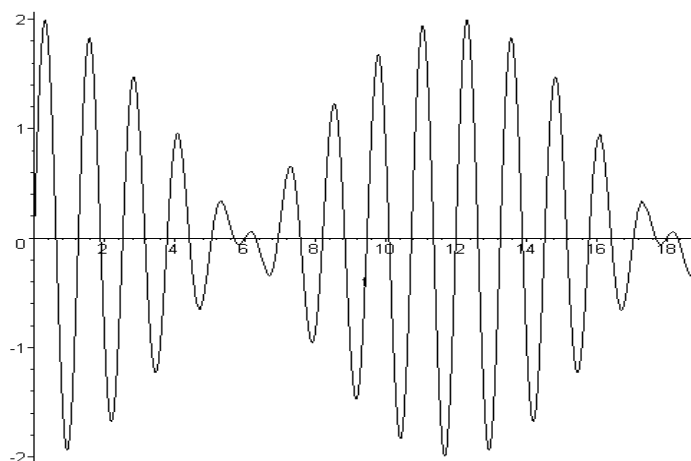
I tuto situaci můžeme snadno modelovat pomocí následujícího programku

```
> f1:=10/12: f2:=9/12:
om1:=2*Pi*f1: om2:=2*Pi*f2:
yc:=sin((om1+om2)*t/2):
ycc:=2*cos((om1-om2)*t/2):
y:=yc*ycc:
plot([yc,ycc],t=0..6*Pi,colour=[black]);
plot(y,t=0..6*Pi,colour=black);
```

Program má dva grafické výstupy, první do jednoho obrázku (obr. 5) vykreslí časový průběh obou kmitů  $y'$  a  $y''$ , druhý do následujícího obrázku (obr. 6) výsledné kmity  $y = y' \cdot y''$ , které jsou samozřejmě zcela identické s výsledným kmitem  $y = y_1 + y_2$  znázorněným na obr. 4.



Obr. 5: Průběh obou kmitů  $y'$  a  $y''$



Obr. 6: Výsledné kmity  $y = y' \cdot y''$

### Dvoukanálové rázy kmitů o různé amplitudě

Nyní uvažujme obecnější případ, kdy amplitudy obou rázů nejsou stejné  $A_1 \neq A_2$ . Pro okamžité výchylky  $y_1$  a  $y_2$  obou skládaných kmitů platí vztahy

$$y_1 = A_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) = A_1 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot t) \quad \text{a} \quad (9)$$

$$y_2 = A_2 \cdot \sin(\omega_2 \cdot t) = A_2 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_2 \cdot t). \quad (10)$$

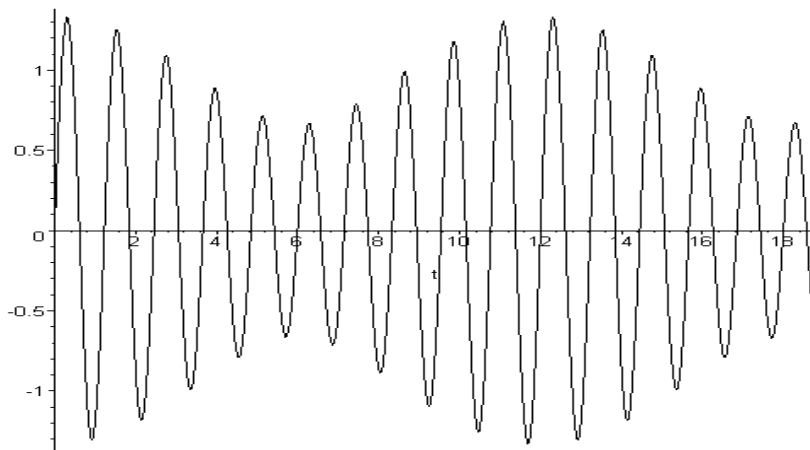
Pro výsledné rázy potom platí rovnice

$$y = y_1 + y_2 = A_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) + A_2 \cdot \sin(\omega_2 \cdot t). \quad (11)$$

Takovéto rázy můžeme např. pro  $A_1 = 1$  a  $A_2 = 1/3$  snadno modelovat programem

```
> f1:=10/12: f2:=9/12:
om1:=2*Pi*f1: om2:=2*Pi*f2:
A1:=1: A2:=1/3:
y1:=A1*sin(om1*t):
y2:=A2*sin(om2*t):
y:=y1+y2:
plot(y,t=0..6*Pi,colour=black);
```

Grafický výstup tohoto programu je zachycen na obr. 7.



Obr. 7: Výsledné rázy pro amplitudy skládaných kmitů  $A_1 = 1$  a  $A_2 = 1/3$

### Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

Změnou velikosti amplitud v uvedeném programu snadno modelováním zjistíme, že rázy jsou tím méně výrazné, čím je poměr amplitud větší, a naopak, nejvýraznější jsou pro amplitudy obou kmitů o stejné velikosti.

I v tomto případě různých amplitud můžeme vztah (11) pro výsledné kmitání nejdříve upravit a teprve potom přistoupit k modelování. Použitím úpravy popsané ve [3] dostaneme výraz

$$y = (A_1 + A_2) \cdot \sin \cdot \frac{(\omega_1 + \omega_2) \cdot t}{2} \cdot \cos \cdot \frac{(\omega_1 - \omega_2) \cdot t}{2} + (A_1 - A_2) \cdot \cos \cdot \frac{(\omega_1 + \omega_2) \cdot t}{2} \cdot \sin \cdot \frac{(\omega_1 - \omega_2) \cdot t}{2} \quad (12)$$

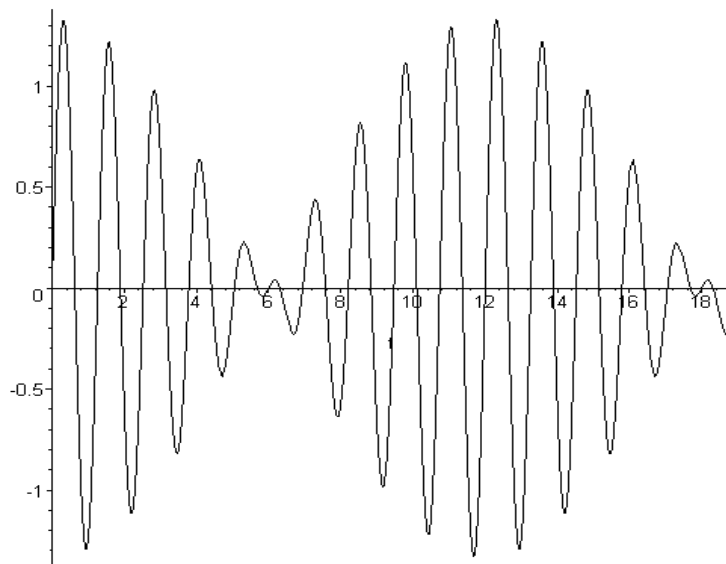
který pro  $A_1 = A_2 = A = 1$  přejde ve vztah (5). Výsledné kmit y si tak můžeme představit jako součet dvou nových kmitů  $y = y^* + y^{**}$ , pro něž platí

$$y^* = (A_1 + A_2) \cdot \sin \cdot \frac{(\omega_1 + \omega_2) \cdot t}{2} \cdot \cos \cdot \frac{(\omega_1 - \omega_2) \cdot t}{2} \quad \text{a} \quad (13)$$

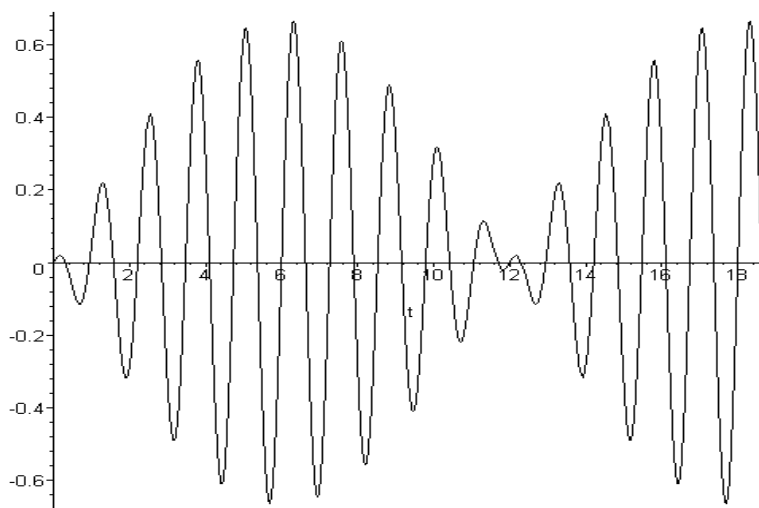
$$y^{**} = (A_1 - A_2) \cdot \cos \cdot \frac{(\omega_1 + \omega_2) \cdot t}{2} \cdot \sin \cdot \frac{(\omega_1 - \omega_2) \cdot t}{2}. \quad (14)$$

Toto rozdělení výsledných kmitů y na kmit y\* a y\*\* má především didaktický význam, protože dobře osvětluje zkoumanou problematiku. K modelování těchto průběhů můžeme použít následujícího programu, jehož grafické výstupy jsou zachyceny na následujících obrázcích.

```
> f1:=10/12: f2:=9/12:  
om1:=2*Pi*f1: om2:=2*Pi*f2:  
A1:=1: A2:=1/3:  
yh:=(A1+A2)*sin((om1+om2)*t/2)*cos((om1-om2)*t/2):  
yhh:=(A1-A2)*cos((om1+om2)*t/2)*sin((om1-om2)*t/2):  
y:=yh+yhh:  
plot(yh,t=0..6*Pi,colour=black);  
plot(yhh,t=0..6*Pi,colour=black);  
plot(y,t=0..6*Pi,colour=black);
```

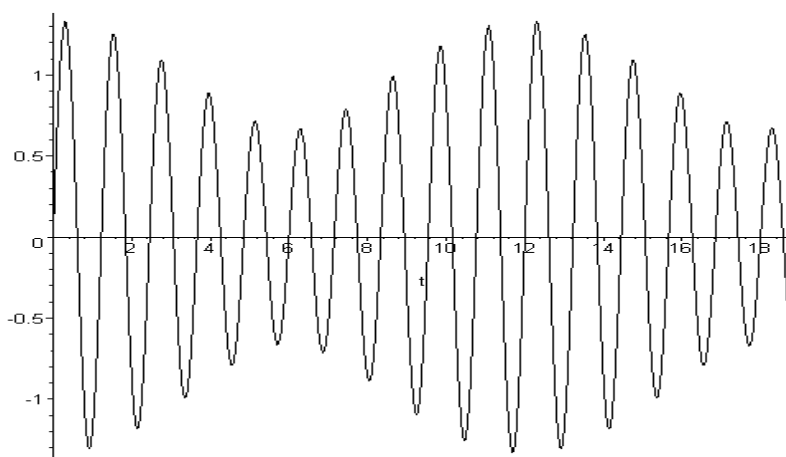


Obr. 8: Časový průběh první složky  $y^*$  výsledných kmitů y



Obr. 9: Časový průběh druhé složky  $y^{**}$  výsledných kmitů  $y$

Z obou předcházejících obrázků vyplývá, že pokud nejsou amplitudy obou skládaných kmitů shodné, vznikne vlastně dvojice rázů  $y^*$  a  $y^{**}$ , které působí proti sobě a tím výsledný efekt **zeslabují**. Opět platí, že sečtením obou těchto složek  $y = y^* + y^{**}$  (poslední grafický výstup z uvedeného programu – obr. 10) dostaneme výstup totožný s průběhem na obr. 7.



Obr. 10: Časový průběh výsledných kmitů  $y = y^* + y^{**}$

## Závěr

Použití počítačového modelování je vhodný doplněk běžné výuky, neboť umožňuje snadno modelovat numericky náročné fyzikální závislosti a přispět tak k lepšímu pochopení probírané problematiky. Vhodným prostředkem je např. snadno ovladatelný software *Maple* [4].

## Literatura

- [1] Horák, Z., Krupka, F., Šindelář, V.: *Technická fyzika*. SNTL Praha, 1961.
- [2] Halliday, D. a kol.: *Fyzika*. VUTIUM Brno, Prometheus Praha, 2000.
- [3] Polák, J.: *Přehled středoškolské matematiky*. Prometheus Praha, 1991.
- [4] Hřebíček, J., Kohout, J.: *Úvod do systému Maple* (učební text). FI MU v Brně, 2004.

## Interaktivní učebnice fyziky pro 6. ročník

*Lukáš Jánský, katedra obecné fyziky, FPE, ZČU v Plzni a ZŠ a MŠ Kladno, Zd. Petříka 1756*

Snažím se udržovat moderní trendy výuky a používat ve výuce nové technické pomůcky. Proto jsem před pěti lety začal při výuce používat jako pomůcku učebnici fyziky pro 6. ročník od nakladatelství Fraus, před čtyřmi lety interaktivní tabuli a v letošním roce jsem si pořídil také Interaktivní učebnici fyziky pro 6. ročník.

S klasickou učebnicí fyziky jsem velmi spokojen. Samozřejmě se nedržím striktně jejího obsahu, ale stylizací učiva mi je hodně blízká. Interaktivní tabuli využívám především jako pomůcku pro doplňková a opakovací cvičení. V tom vidím její hlavní interaktivní přínos. A ačkoliv se podle mých zkušeností při práci s tabulí klasickou a s tabulí interaktivní naučí žáci prakticky totéž, tak ji ve výuce občas používám a má v mých hodinách motivační účinky.

Rozhodl jsem se tedy poříditi si i interaktivní učebnici.

A jaké „vymoženosti“ jsem od interaktivní učebnice očekával?

- obsah klasické učebnice
- možnost pracovat s textem
- možnost pracovat s obrázky
- videa a animace se zajímavými pokusy
- zvukové nahrávky
- mezipředmětové vztahy
- propojení s internetem
- doplňující cvičení
- pracovní sešit

V těchto jednotlivých bodech jsem srovnával moji původní představu s realitou. A jelikož jsem to zkoušel s dětmi ve škole, tak jsem se rozhodl jednotlivé části oznámkovat a vypočítat aritmetický průměr mého hodnocení interaktivní učebnice.

A jak to dopadlo?

### **1. Obsah klasické učebnice**

Obsah interaktivní učebnice naprosto přesně kopíruje obsah klasické učebnice. Jedná se v podstatě o jakoby skenované listy ve formátu pdf. Nehodnotil jsem zde, k čemu je potřebné mít skenovanou učebnici, ale spíše splnění tohoto bodu.

Známka: 1

### **2. Možnost pracovat s textem**

Text mohu zvětšovat, zmenšovat, pomocí interaktivní tabule mohu přepisovat své poznámky, ale samotný program učebnice neumožňuje uložení mých doplněných poznámek. Nejspíš z důvodu autorských práv. V tom ovšem vidím určitou nevýhodu.

Známka: 3

### **3. Možnost pracovat s obrázky**

U obrázků mohu opět měnit jejich velikost, mohu do nich dopisovat poznámky a popisky. Díky zvětšení jsou i pro zadní řady lavic dobře viditelné. Často jsou velmi názorné, obsahují všechny obrázky z učebnice a i nějaké navíc. Bohužel se opět v samotném programu učebnice nedají provedené změny uložit. Přesto v nich vidím větší přínos, než v samostatném textu.

Známka: 2

#### **4. Videá a animace se zajímavými pokusy**

V této části jsem očekával největší přínos interaktivní učebnice. Pokus je samozřejmě nejlepší dělat klasickým způsobem, o tom není pochyb, ale mnohdy je učitel omezen na pomůcky, které má k dispozici. Někde jich mají ve škole víc, někde méně, některé si učitel fyziky sám vyrobí. Přesto jsou pokusy, které stojí za vidění, ale pomůcky na tyto pokusy jsou buď finančně nedostupné nebo je jejich příprava a realizace značně časově náročná a v podmínkách normální třídy na ZŠ si to učitel nemůže dovolit.

Bohužel musím říct, že tato část pro mne byla největším zklamáním. V celé učebnici se nachází 26 videosekvencí a animací. Více než polovina jich však je takových, které si učitel může bez problému sám s dětmi realizovat. Takové pokusy podle mého názoru učitel v interaktivní učebnici nepotřebuje, protože dá samozřejmě přednost živému provedení. Je zde však několik pokusů, které jsem hledal, např. pokusy s Teslovým transformátorem nebo reálné využití bleskosvodu.

Těchto pro mne užitečných pokusů je zde ovšem velmi málo.

Známka: 4

#### **5. Zvukové nahrávky**

Tento druh interaktivity učebnice fyziky pro 6. ročník nepoužívá. V jiných učebnicích, např. jazykových, jsou ale zvukové nahrávky součástí učebnice.

Známka: 5

#### **6. Mezipředmětové vztahy**

V interaktivní učebnici jsou mezipředmětové vztahy velmi pěkně zpracovány. Vyskytují se poměrně často a jsou realizovány pomocí odkazů do ostatních stránek učebnic jiných předmětů, kde se daný pojem nebo téma učiva vyskytuje.

Známka: 1

#### **7. Propojení s internetem**

Samotný program učebnice umožňuje vyhledávání informací na internetu, případně i v jiných zdrojích.

Známka: 1

#### **8. Doplnková cvičení jsou obsahem samostatného balení, které je možné k interaktivní učebnici dokoupit, takže jsem je nehodnotil.**

Pracovní sešit je součástí vznikající sady „Příručky učitele“, která některé zde zmíněné nedostatky odstraňuje.

Aritmetickým průměrem mého hodnocení jsem dospěl k výsledné známce: 2,43. Pro porovnání mých dojmů jsem požádal žáky 6. ročníku, aby rovněž ohodnotili interaktivní učebnici ze svého pohledu, a výsledná známka od přítomných 42 žáků byla: 1,71.

Žákům se tedy interaktivní učebnice líbí více. Je to ovšem pravděpodobně způsobeno tím, že interaktivní učebnici používám zatím jen několik týdnů a je tedy pro žáky novinkou. Z mé zkušenosti s používáním moderních pomůcek jejich zájem se stoupajícími ročníky postupně mírně klesá.

Na závěr bych chtěl říci, že interaktivní učebnice je velmi pěkný nápad. Její využití je pro mne ale pouze pro občasné doplnění výuky. Pevně věřím, že další verze a drobné změny v učebnici povedou k ještě větší interaktivitě a učebnice se tak stane další pomůckou učitele, která žákům pro pochopení učiva trochu pomůže.

## Brownian motion, its measurement and data processing using personal computer.

*Daniel Jezbera, katedra fyziky, PdF, UHK*

### History

Brownian motion is a well-known natural phenomenon. It is the motion of microscopic particles (their size is about  $1\mu\text{m}$ ) in fluid environment. These particles perform ceaseless random motion, which is caused by the thermal motion of molecules of the environment.

The British botanist Robert Brown was not probably the first man who observed this motion. Anybody can see ceaseless movement of small particles when looking at water containing such particles through a microscope. However Robert Brown was the first one who described and reported this motion in 1827. Since Brown observed motion of pollen grains suspended in water, the first dynamical theory claimed that the particles were alive, but that motion was later observed on inorganic material.

During the 19th century scientists found out several facts about Brownian motion. The motion is very irregular, composed of translations and rotations and never ceases. The motion is more active when there are smaller particles, higher temperature and less viscous environment. Two particles appear to move independently and the composition and density of the particles have no effect.

### Theory

Albert Einstein created the correct quantitative theory of Brownian motion in 1905. The main aim of this task is to determine a distance between two positions of Brownian particles after time period. Since the movement of particles is random, the distance is not each time the same. But we can determine relation between time period  $t$  and the mean of squares of distances  $\overline{s^2}$ . It is assumed that a particle is a sphere and its motion is governed by a random force (hits of molecules of environment) and a friction force  $\gamma$  [1, 2, 3]. Then

$$\overline{s^2} = \frac{2 \cdot k \cdot T}{\gamma} \cdot t, \quad (1)$$

where  $k$  is Boltzmann's constant and  $T$  is the absolute temperature. Using Stokes' theory

of friction, we have  $\gamma = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot a$ , where  $a$  is radius of a particle and  $\eta$  is the coefficient of viscosity of the fluid so that in this case

$$\overline{s^2} = \frac{k \cdot T}{3 \cdot \pi \cdot \eta \cdot a} \cdot t. \quad (2)$$

This formula can be used for determination of Boltzmann's constant.

### Measurement at school

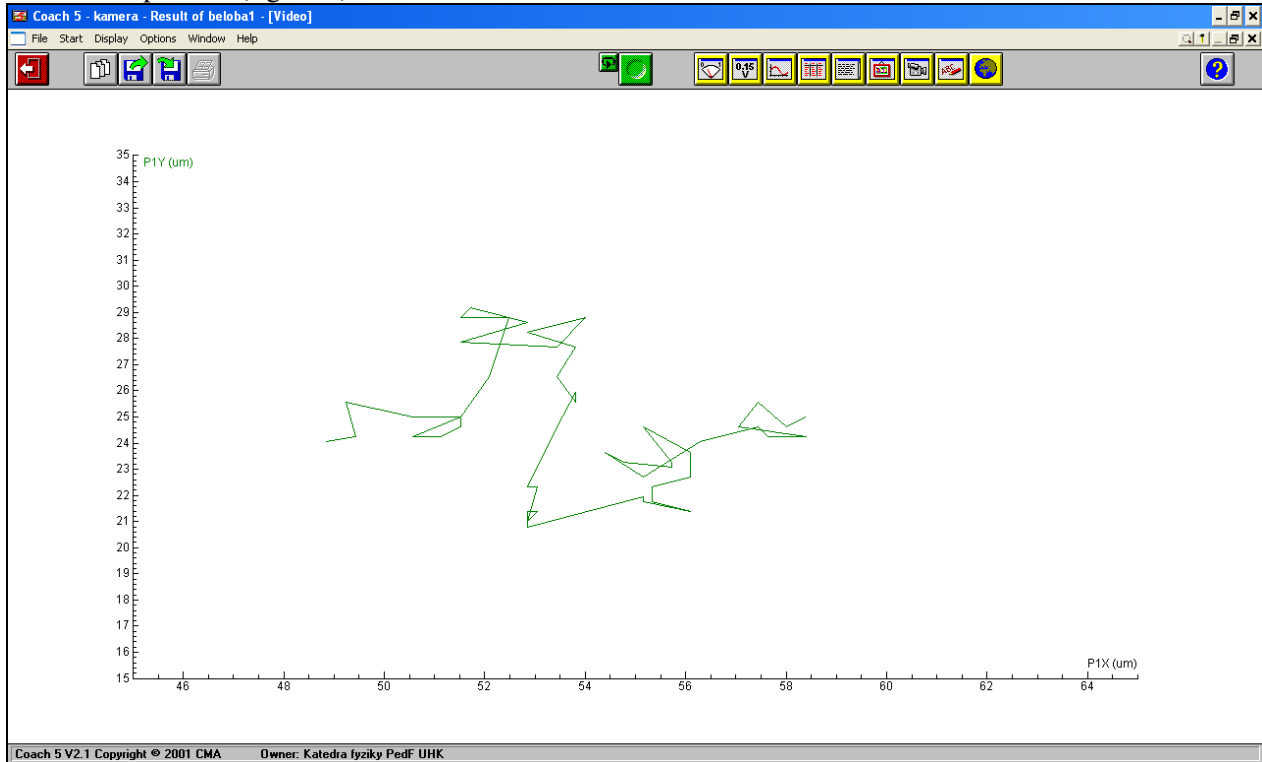
But how can we measure these distances? Such measurement was a bit difficult in the past. The experimenter had to record a lot of positions of some particles in time, usually in the interval of one or several seconds. And such recording was not easy with a classic microscope. A typical example of such measurement can be found in [3]. Nowadays we can use an up-to-date electronic camera, a personal computer and software for video motion analysis.

In our laboratory we carried out this measurement with a classic microscope with a small camera instead of eyepiece and an objective with magnification more than 40. A suitable camera costs at present a few thousand Czech crowns, it has got resolution  $640 \times 480$  pixels (or better) and it can record at least 10 frames per second. We can place this camera microscope besides eyepiece and connect it with PC using USB cable.

To prepare a simple sample for Brownian motion observation is not difficult. We need a suspension of particles with a proper diameter. Usually we use small particles of titanium dioxide which can be bought as titanium white, but milk or black Indian ink can be used too. We must solve this substance in distilled water and drop it on a microscope slide.

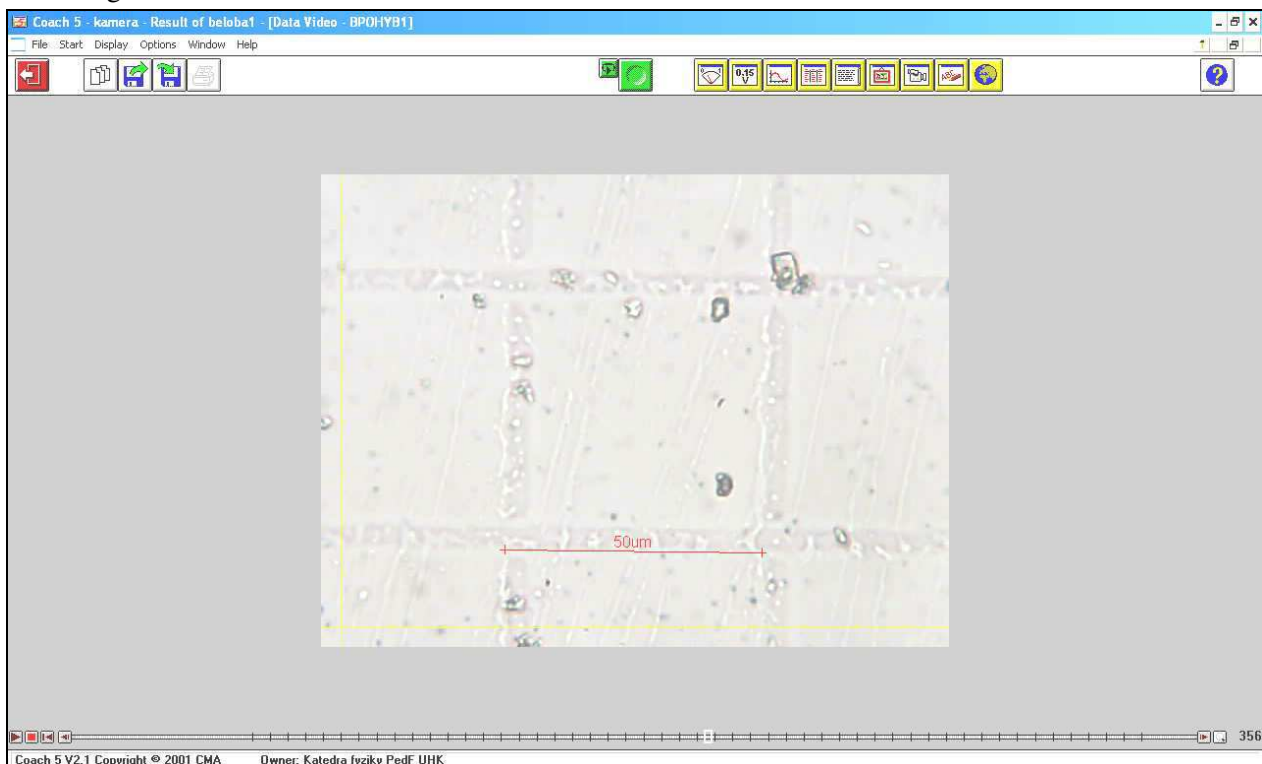
Very easy measurement of position of such particles can be performed by video (motion) analysis software. Video motion analysis is a technique used to get position of interesting points on video clip. The points are marked on single frames of video, which has own coordinate system and positions of points can be further analysed

as any measured values. Such software is suitable for measuring positions of Brownian particle and for depiction of track of particle (figure 1).



*Fig. 1: Trajectory of the Brownian particle in Coach 5 software*

There is a lot of software for video analysis. That software is usually used in sport for improving techniques. But there is software for using in physics too, for example Avistep 3 [4] or Tracker [5]. We use for our purpose software Coach 5 (by CMA Foundation) [6]. This software is devoted to data collecting and processing using computers at schools and it involves subroutine for video analysis too. Exact measurement of positions needs scaling coordinates. For calibration we used Bürker's counting chamber as a microscope slide. It has engraved a grid of perpendicular lines, which create squares of various volumes. We used the square with a 50  $\mu\text{m}$  long side. See figure 2.



*Fig. 2: Brownian particles on Bürker's counting chamber*



The main aim of our measurement was to depict trajectory of a particle and verify relation between  $\overline{s^2}$  and  $t$ . Spreadsheet MS Excel was used for counting distances after 1,2,3,4 and 5 s. A typical proportion of mean of squares of these distances was 1 : 2.04 : 3.16 : 4.49 : 5.75. The determination of Boltzmann's constant (or Avogadro constant) was not performed. Such measurement needs particles with an exact sphere form and known size, but unfortunately we do not have such particles at our disposal.

### **References**

- [1] Veis Š., Mařar J., Martišovitš V., *Všeobecná fyzika 1: Mechanika a molekulová fyzika*. ALFA, Bratislava 1981. ISBN 63-552-81.
- [2] Nelson E., *Dynamical Theories of Brownian Motion* (second edition). Princeton University Press, Princeton 2001. <http://www.math.princeton.edu/~nelson/books/bmotion.pdf>
- [3] Bakule R. a kol., *Fyzikální praktikum pro učitelské obory*. Univerzita Karlova, Praha 1982. ISBN 60-79-82
- [4] Avistep 3 [http://mcpd.ifrance.com/Avistep3/index\\_en.html](http://mcpd.ifrance.com/Avistep3/index_en.html)
- [5] Tracker – Free Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>
- [6] Coach 5 – Foundation CMA <http://www.cma.science.uva.nl/english/Software/Coach5/coach5.html>

## Experiments in Teaching Hydrostatics at Lower Secondary Schools

*Jaroslav Jindra, Department of General Physics, Faculty of Education, University of West Bohemia*

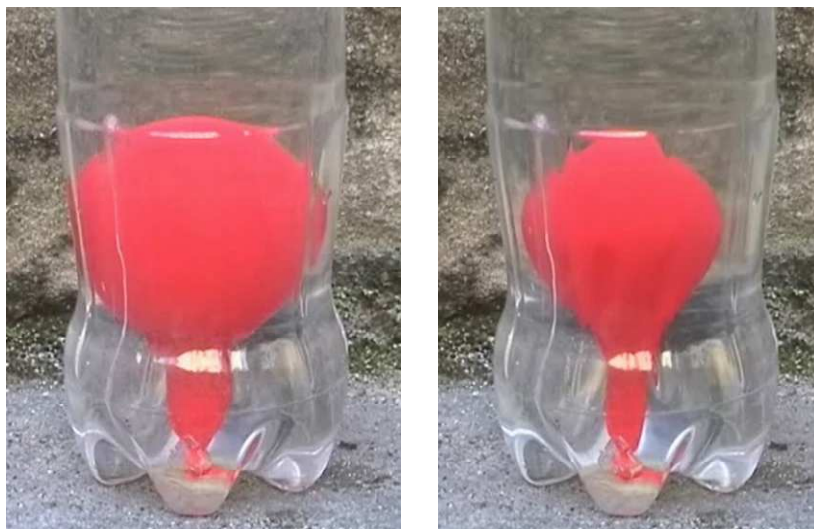
The paper presents interesting experiments in teaching hydrostatics at lower secondary schools. Experiments are oriented on demonstration of hydrostatic pressure and Archimedes law; all of them are made of simple low-cost materials. Description of each experiment is divided into four parts. The first part includes a list of supplies; the second paragraph describes how to prepare the experiment, following part says how to demonstrate the experiment. The last paragraph explains the experiment principle.

### **Free divers lungs**

The experiment shows, what happens to free diver lungs in increasing depth.

*Supplies:* a plastic bottle, a rubber balloon, a plastic tube (15 m long), a rope, glue

*Preparation:* Drill a small hole into the bottom of the plastic bottle. Pull the rubber balloon through the hole into the bottle and fill the balloon with air. Stick the end of the balloon to borders of the hole. Make sure, that the hole is completely tight. Drill a hole into a bottle cap. Attach the end of the plastic tube to the hole in the cap and use glue to stick them together. Close a bottle neck by using the cap attached to the tube and fill them with water. Attach the rope to the open end of tube.



*Fig. 1: The balloon is getting smaller, when the water level in connected vases is increasing.*

*Presentation:* Take the rope and pull up the attached tube as high as it is possible. Observe, what happens with the balloon.

*Explanation:* The balloon is getting smaller, while the tube is pulled up. It is caused by rising hydrostatic pressure in the bottle. Both the bottle and the tube are filled with water. When the tube is rising, the water level in connected vases is increasing. The hydrostatic pressure near the balloon rises, so the compressive force acting on the balloon is increasing too and the balloon is getting smaller.

### **Sinking ships**

This experiment can be introduced with motivation story about sea battle: There are two ships battling on the water. The ships are equal. They have the same shape, mass and the same crew. Those ships are shooting on each other. The first ship is hit near its bottom; the second ship is hit just under the water line. Both holes are commensurate. Both ships are sinking. Which crew has more time to escape from the sinking ship?

*Supplies:* two clear plastic cups, two ballast weights, a needle, a permanent marker, an aquarium filled with water

*Preparation:* Take the needle and make a small hole into one plastic cup. The hole should be near the bottom of the cup. Make also a hole into the middle of the second cup. Use a permanent marker to draw small circles

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

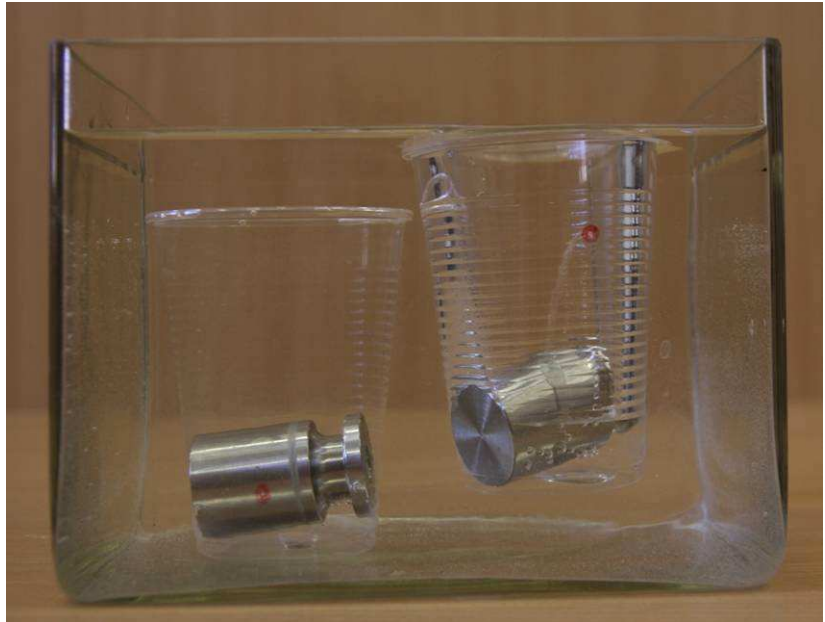
around both holes to make them more visible. Put ballast weights into cups. If the volume of cups is 200 ml, the weight should be 200 g.

*Presentation:* Put both cups containing weights into the water. Observe which cup will sink first. The cup with hole near the bottom sinks after few seconds. The second cup swims longer.

*Explanation:* Cups are made of clear plastic, so you can see inside. Water goes quickly into the cup with the hole near the bottom, because there is higher hydrostatic pressure. The second cup is filling slower, because its hole is closer to the water level, where the hydrostatic pressure is lower.



*Fig. 2: The rubber balloon with attached ballast weight and salt bag*



*Fig. 3: There are two cups with the same ballast weight in the water. Red circles display holes in cups*

## **Archimedes' elevator**

*Supplies:* a rubber balloon, a piece of rope, a ballast weight, a piece of cloth, salt, an aquarium filled with water

*Preparation:* Fill the rubber balloon with air. Attach a ballast weight to the balloon and put it into the water in aquarium. The balloon should swim in the water, but there should be less than one half of the balloon above the water level, so the ballast weight must be mustn't be too heavy. Add one more weight to the balloon and put it again into the water, if all subjects sink, you can replace the second weight with the same mass of salt packed into a piece of cloth.

*Presentation:* Put the balloon with attached weight and salt bag into the water and observe, what will happen. All objects will rise to the surface in few minutes.

*Explanation:* Average density of all subjects is higher than the density of water, so all objects sink to the bottom of aquarium. The salt dissolves in the water, so the mass of bag attached to the balloon and the average density of all objects decrease. When it is lower than density of water, the balloon with attached ballast weight and salt bag rises to the surface. The experiment applies Archimedes' law to the case of subject with decreasing density sunk into water.

## Motivační pokusy s vývěvou

Zdeňka Kielbusová, katedra obecné fyziky, Fakulta pedagogická, ZČU v Plzni

Proč si nezpříjemnit hodinu fyziky na téma podtlak? Musíme provádět staré známé pokusy nebo můžeme provést při hodině několik netradičních pokusů? Zkuste se nechat inspirovat tímto článkem.

Existuje mnoho pokusů, které se užívají k demonstraci podtlaku a jeho účinků. Klasické pokusy, které můžeme najít v různých typech učebnic jsou: zpoza nafouknutý balónek ve vývěvě, var vody za sníženého tlaku, zhasínání svíčky ve vývěvě, balónek ve vývěvě, scvrklé jablíčko ve vývěvě, přečerpávání vody ve vývěvě, zvonek či budík ve vývěvě, rozsvícená žárovka ve vývěvě, Newtonova trubice.

### Několik netradičních a motivačních pokusů s vývěvou

#### Indiánek ve vývěvě

##### Pomůcky:

vývěva s recipientem, Petriho miska, indiánek (cukrovinka)

##### Příprava a provedení:

Pod zvon vývěvy umístíme na Petriho misku indiánek. Spustíme vývěvu a sledujeme, jak indiánek v průběhu snižování tlaku pod recipientem (zvonem) zvětšuje svůj objem. Po vypnutí vývěvy otevřeme ventil, kterým vpustíme pod recipient vývěvy vzduch. Tlak se začne opět zvyšovat až na hodnotu atmosférického tlaku, indiánek zmenšuje svůj objem, až se úplně zbertí. Průběh pokusu včetně hodnot na vakuometru, lze sledovat na obrázku č. 1.



Obr. 1: Průběh pokusu s indiánkem ve vývěvě

##### Vysvětlení:

Našlehaný krém v indiánkovi obsahuje uzavřené vzduchové komůrky, které se vlivem snižování okolního tlaku pod recipientem rozpínají a tím se zvětšuje celkový objem krému. Čokoláda žádné vzduchové komůrky nemá a tak vlivem zvětšujícího se objemu krému popraská.

## **Hrnečku vař**

**Pomůcky:** vývěva s recipientem, sliz<sup>1</sup>, hrneček

### **Příprava a provedení:**

Pod zvon vývěvy umístíme hrneček, do kterého dáme sliz. Spustíme vývěvu a sledujeme, jak nám pomalu začne utíkat sliz z hrnečku, v průběhu snižování tlaku pod recipientem (zvonem) se rozpínají vzduchové komůrky uvnitř slizu. Vypneme vývěvu a otevřeme ventil, kterým vpustíme pod recipient vývěvy vzduch. Tlak se začne zvyšovat až na hodnotu atmosférického tlaku. Jak se zvyšuje tlak, tak se sliz opět začne smršťovat až na původní objem. Průběh pokusu včetně hodnot na vakuometru lze sledovat na obrázku č. 2.



*Obr. 2: Průběh pokusu se slizem ve vývěvě*

### **Vysvětlení:**

Sliz obsahuje uzavřené vzduchové komůrky, které se vlivem snižování okolního tlaku pod recipientem rozpínají a tím se zvětšuje jeho celkový objem.

## **Vajíčko ve vývěvě<sup>2</sup>**

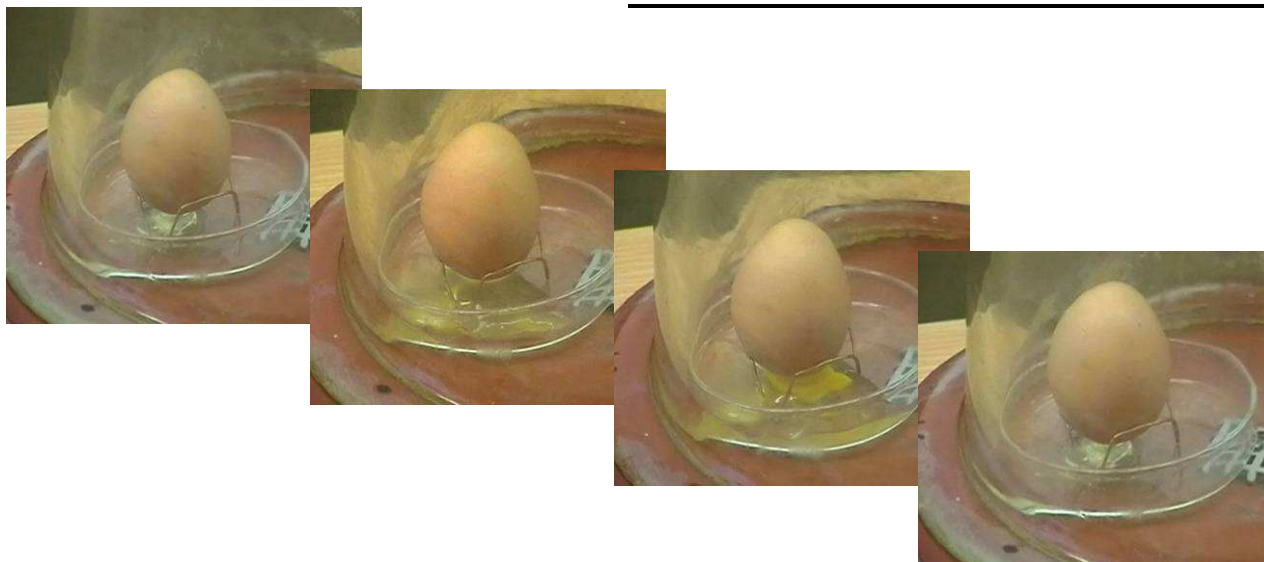
**Pomůcky:** vývěva s recipientem, Petriho miska, stojánek na vajíčko vyrobený z drátku, syrové vajíčko, jehla

### **Příprava a provedení:**

Pod zvon vývěvy umístíme na Petriho misku stojánek, do kterého vložíme vajíčko, jemuž jsme jehlou udělali na jedné straně díru. Díra ve vajíčku by měla být cca 0,3 cm od dna Petriho misky. Spustíme vývěvu a sledujeme, jak z vajíčka v průběhu snižování tlaku pod recipientem (zvonem) začne vytékat bílek a posléze i žloutek. Pozor!!! Nesmí dojít k úplnému vysátí obsahu vajíčka. Po vypnutí vývěvy otevřeme ventil, kterým vpustíme pod recipient vývěvy vzduch. Tlak se začne zvyšovat až na hodnotu atmosférického tlaku a vyteklý obsah vajíčka se vrátí zpět do skořápky. Průběh pokusu lze sledovat na obrázku č. 3.

<sup>1</sup> odkaz na [www.kof.zcu.cz/veda](http://www.kof.zcu.cz/veda)

<sup>2</sup> Pokus dle doc. Milana Rojka



Obr. 3: Průběh pokusu s vajíčkem ve vývěvě

**Vysvětlení:**

Bílek a posléze i žloutek z vajíčka vytéká v důsledku rozpínání pouku (vzduchové bubliny uvnitř každého vajíčka).

**Pivo ve vývěvě**

**Pomůcky:** vývěva s recipientem, Petriho miska, sklenička, pivo

**Příprava a provedení:**

Pod zvon vývěvy umístíme na Petriho misku skleničku, kterou naplníme do dvou třetin jejího obsahu pivem. Spustíme vývěvu a sledujeme jak z piva v průběhu snižování tlaku pod recipientem (zvonem) unikají bublinky  $\text{CO}_2$  a narůstá pěna. Po oddělení recipientu a vypnutí vývěvy otevřeme ventil, kterým vpustíme pod recipient vývěvy vzduch. Tlak se začne zvyšovat až na hodnotu atmosférického tlaku a pěna na pivu klesne. Průběh pokusu včetně hodnot na manometru lze sledovat na obrázku č. 4.



Obr. 4: Průběh pokusu s pivem ve vývěvě

**Vysvětlení:** Bublinky  $\text{CO}_2$  se začnou velmi rychle uvolňovat z piva jako následek snižujícího se okolního tlaku.

## Fyzikální hrátky pro každého

*Zdeňka Kielbusová, Jaroslav Jindra, Irena Vlachynská, katedra obecné fyziky, Fakulta pedagogická, ZČU v Plzni*

Fyzikální hrátky pro každého, tak se jmenuje nový předmět, který je vyučován na katedře obecné fyziky Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. Předmět je určen pro všechny zvědavé a hravé studenty, kteří si chtějí prohloubit své znalosti fyzikálních zákonitostí kolem nás. Tento předmět je otevřen pro studenty navštěvující učitelské, ovšem i neučitelské studijní obory. Předmět je dotován dvěma vyučovacími hodinami týdně.

Náplň předmětu vystihuje jeho anotace: „Zábavné experimenty s běžně dostupnými pomůckami, pozorování fyzikálních jevů z každodenního života a zamýšlení se nad nimi, fyzikální hrátky“.

Předmět je členěn na dvě části, přednáškovou část, kdy přednášející hravou formou prezentuje jednotlivé fyzikální zákonitosti a studenti si některé experimenty zkoušejí na vlastní kůži, a část, kterou v rámci kolektivu přednášejících a zároveň i familiérně před studenty nazýváme „dílny“, při které studenti celé dvě vyučovací hodiny samostatně pracují na výrobě fyzikálních pomůcek.

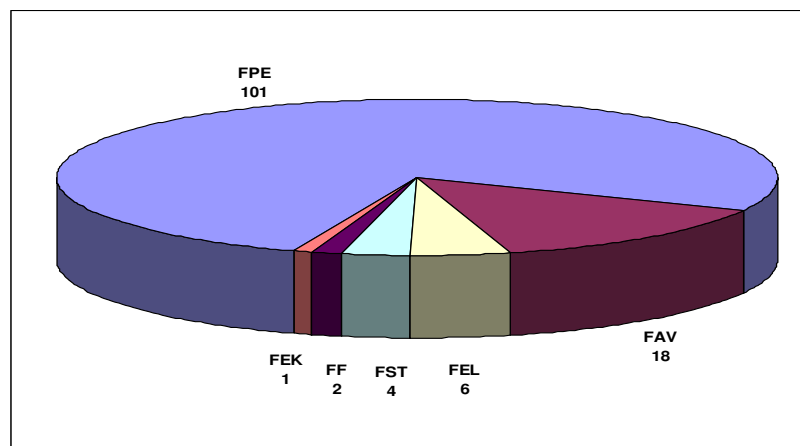
### Seznam přednášek:

1. Pokusy s plyny
2. Pokusy s vývěvou
3. Dílna (stavba draků)
4. Optika vážně i nevážně
5. Astronomická kuchařka
6. Dílna (camera obscura)
7. Virgule a jiná tajemství
8. Hry s magnetismem
9. Dílna (stavba mostů)
10. Tajemství kuchyně
11. Elektrostatika, perpetua mobile
12. Dílna (stavba padáku pro vajíčko)
13. Principy hraček
14. Zápočet / dílna



*Obr. 1: Studenti sledují experimenty s vývěvou*

O složení studentů, kteří si tento předmět zapisují, si můžeme udělat představu z následujícího grafu.



*Obr. 2: Počet zapsaných studentů z jednotlivých fakult ZČU*

Jak je z grafu patrné, výrazně nejvíce zapsaných studentů pochází z Fakulty pedagogické (FPE), následuje Fakulta aplikovaných věd (FAV), Fakulta elektrotechnická (FEL) a Fakulta strojní (FST). Nejmenšímu množství zápisů tohoto předmětu se pak těšíme u studentů z Fakulty ekonomické (FEK) a filozofické (FF). Aniž bychom zevrubně studovali podrobnosti kreditního systému studia na Západočeské univerzitě, přijde nám jistě samozřejmé, že po logické účasti studentů pedagogické fakulty na primárně pedagogickém předmětu se u těch, kteří si tento předmět zapsali jako nepovinný, setkáme s větším zájmem spíše u studentů technických a přírodovědných oborů.

Pokud bychom se zaměřili na zastoupení studentů z genderového hlediska, stoupenci rovnoprávnosti budou příjemně překvapeni. Zástup obou pohlaví je těsně rovnoměrný.

Na následujících fotografiích jsou zachyceni studenti při práci a nejzdařilejší z jejich výtvorů.



*Obr.3: Studenti při stavbě padáků na vajíčka*



*Obr. 4: Studenti se svými vytvořenými padáky*





*Obr: 5: Fotky studentů z camery obscure*

Zpětné reakce studentů na tento nový předmět bývají překvapivě kladné. Pozoruhodná je skutečnost, že zpočátku velmi skeptičtí studenti v průběhu semestru postupně hodiny neradi opouštějí a nejraději by ve fyzikálních hrátkách pokračovali donekonečna, přičemž objevují a zkoušejí stále nové možnosti. Krušnou realitu výuky tohoto předmětu zpříjemňují okamžiky, kdy vysokoškolský student chápavým výkřikem oznamuje, že konečně pochopil fyzikální jev tak, jak mu to dosud ani středoškolské, natož základní vzdělání nedokázalo zprostředkovat.

## Pokusy z elektrostatiky

Markéta Klimentová, katedra fyziky, PdF, UHK

### Úvod

Úvodní část je věnována učivu 7. ročníku základní školy – Demonstrace vzniku zeлектроvaného stavu tělesa; oddělení elektrických nábojů. Následující část se zabývá učivem 3. ročníku střední školy – Měření Coulombovy síly pomocí laboratorních vah KERN 440.

### 1. Demonstrace vzniku zeлектроvaného stavu tělesa; oddělení elektrických nábojů

V 7. ročníku základních škol je velice důležité žákům názorně demonstrovat vznik zeлектроvaného stavu tělesa a popsat jeho vlastnosti. Vzhledem k tomu, že pro mnohé žáky je představa něčeho takového, jako je elektrický náboj, velice obtížná (nemohou ho spatřit, ani „osahat“), zvolila jsem pro jeho demonstraci pokusy, na kterých by se měli s danou problematikou seznámit a především ji pochopit. Čím jednodušší pokusy jsou, tím lépe jim žáci rozumí. Proto se zde moderní pomůcky ve výuce použijí jako doplňkové – pro lepší viditelnost (dataprojektor, kamera, interaktivní tabule atd.).

**Pokus 1** – jednoduchý demonstrační pokus – vznik zeлектроvaného stavu tělesa

Cílem tohoto experimentu je nastítnit žákům danou problematiku.

*Pomůcky:*

PET lahev, plechovka, proužek alobalu, pravítko, papírové ubrousky, kancelářská sponka, citlivý elektroskop

*Postup:*

Na plechovku, která musí být izolovaná (stojánek z PET lahve), připevníme pomocí kancelářské sponky proužek alobalu. Elektroskopem se přesvědčíme, že na plechovce ani pravítko není žádný elektrický náboj. Papírovými ubrousky zeлектроujeme pravítko a nabijeme plechovku.

Žáci mohou pozorovat, že se alobalový proužek vzdálil od plechovky. Díky tření se oddělil elektrický náboj. Plechovka a alobalový proužek jsou nabity záporně, což názorně předvedeme pomocí citlivého elektroskopu. Souhlasně nabitě náboje se odpuzují, proto se alobalový proužek vzdálil od plechovky.

**Pokus 2** – oddělení elektrických nábojů úderem

Cílem experimentu je ukázat žákům pro ně „netradiční“ způsob vzniku elektrického náboje.

*Pomůcky:*

dvě svíčky, alobal, svazek papírů, citlivý elektroskop, gumičky

*Postup:*

Na první svíčku pomocí gumičky upevníme proužky papíru. Přiblížením svazku papírů a druhé svíčky k citlivému elektroskopu dokážeme nepřítomnost elektrického náboje. Jelikož se svíčka může chovat jako elektret, je důležité odstranit alespoň z části jejího povrchu elektrický náboj. Několikrát udeříme svazkem papíru do druhé svíčky. Po přiblížení k elektroskopu zjistíme, že se oddělily elektrické náboje. Na svazku papíru je náboj kladný, na svíčce náboj záporný.

**Pokus 3** – problémový

Cílem experimentu je ověření, zda žáci pochopili problematiku a zda jsou schopni použít získané znalosti.

*Pomůcky:*

PET lahev, plechovka, proužek alobalu, kancelářská sponka, pravítko, papírové ubrousky, citlivý elektroskop

*Postup:*

Na izolovanou plechovku (stojánek z PET lahve) připevníme pomocí kancelářské sponky proužek alobalu. Elektroskopem se přesvědčíme o nepřítomnosti elektrického náboje na plechovce a pravítku. Zeлектроujeme pravítko papírovými ubrousky a náboj přeneseme na plechovku. Postup musíme opakovat několikrát. Elektro-

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

skopem se přesvědčíme, že na plechovce je záporný elektrický náboj, který se tam však dlouho neudrží. Poté zelektrujeme plechovku kladně. Pozorujeme, že se plechovka s alobalovým proužkem udrží v kladně nabitěm stavu snadněji a náboj je silnější. Proč se tak děje?

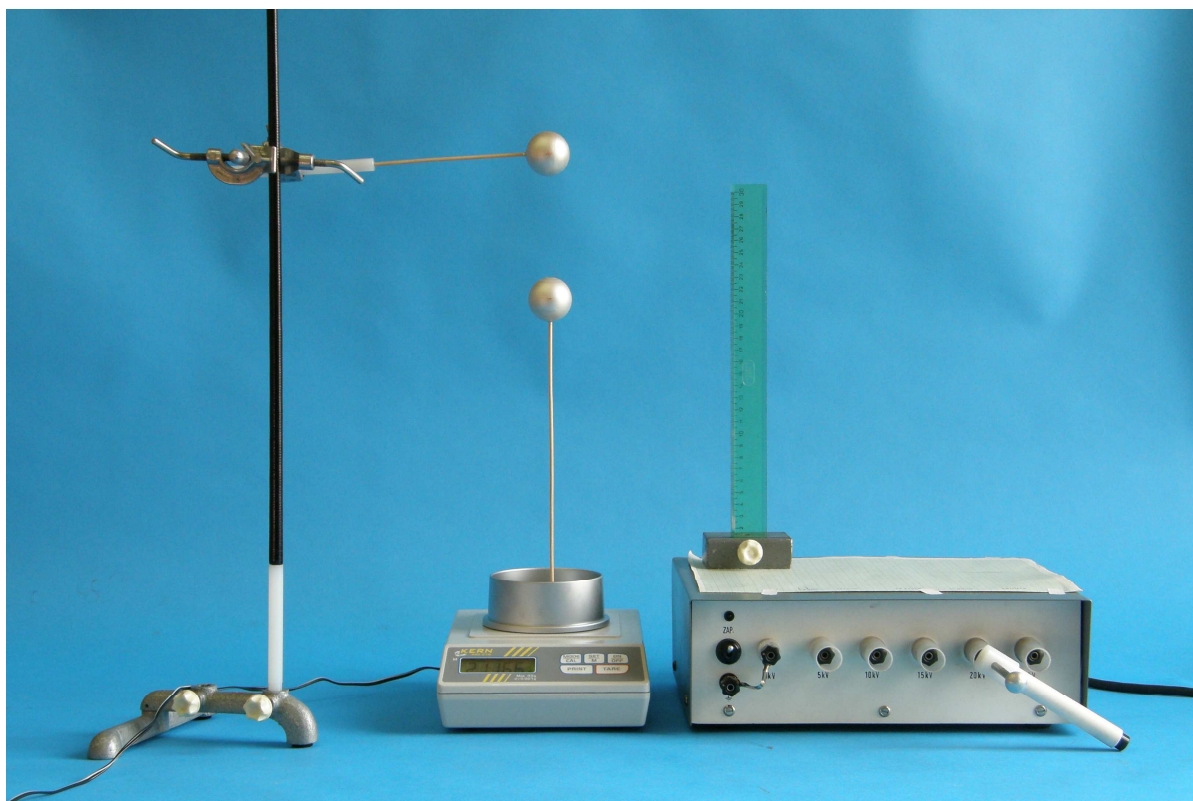
Po odstranění plechovky z PET lahve dokážeme elektroskopem, že i na PET lahvi je elektrický náboj, a to záporný. Proto se plechovka s alobalovým proužkem udržela snadněji v kladněm zelektrovaném stavu.

### **2. Měření Coulombovy síly pomocí laboratorních vah KERN 440**

Experiment je určen pro 3. ročník středních škol. Vzhledem k tomu, že by při manipulaci se zdrojem napětí mohlo dojít k úrazu studentů, doporučuji provádět tento experiment demonstračně. Studenti vypracují protokol měření.

Cílem experimentu je ověření platnosti Coulombova zákona a prohloubení znalostí z dané problematiky.

Pomůcky (viz. Obr. 1): stojan, bambusové špejle, postříbřené míčky na stolní tenis, digitální elektrické váhy KERN 440, pravítko, zdroj vysokého napětí



*Obr. 1: Pomůcky*

Před samotným zahájením experimentu je důležité přeměřit zdroj vysokého napětí, zda šítkové hodnoty odpovídají skutečným hodnotám (viz. Tab. 1). Dále se přesvědčíme, zda na váhy nepůsobí elektrické pole zdroje a že je vypnuto automatické vyrovnání „0“.

Postříbřené míčky na stolní tenis jsem nabíjela několika způsoby:

1. po každém měření vybití těles a zdroje
2. vybití těles a zdroje až po naměření všech hodnot
3. nabití jednoho tělesa mimo dosah elektrického pole druhého tělesa

Jako nejlepší se osvědčil způsob třetí (viz. Tab. 2).

<b>Původní hodnoty [V]</b>	5 000	10 000	15 000	20 000	25 000
<b>Naměřeno [V]</b>	5 850	14 230	18 850	22 400	26 000

*Tab. 1: Skutečné hodnoty zdroje napětí*

## 2.1 Závislost velikosti Coulombovy síly na nabíjecím napětí

V první části experimentu jsem zjišťovala závislost velikosti Coulombovy síly na nabíjecím napětí.

**Postup měření:** Středky postříbřených míčků na stolní tenis nastavíme na vzdálenost 10 cm. Zkontrolujeme, že je na vahách vypnuto automatické vyrovnaní „0“. Vynulujeme váhy. Nabijeme obě tělesa. Na displeji vah odečteme příslušnou hodnotu.

V tabulce 2 jsou uvedeny hodnoty hmotností z prvního měření v gramech.

	A	B	C	D	E
<b>U zdroje [V]</b>	5 850	14 230	18 850	22 400	26 000
<b>č. měření</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>
1	0,009	0,019	0,032	0,051	0,060
2	0,003	0,016	0,037	0,053	0,076
3	0,002	0,014	0,035	0,042	0,072
4	0,004	0,015	0,039	0,053	0,078
5	0,004	0,014	0,030	0,046	0,057
6	0,003	0,016	0,037	0,054	0,085
7	0,004	0,018	0,031	0,051	0,074
8	0,000	0,010	0,031	0,050	0,066
9	0,004	0,013	0,035	0,049	0,076
10	0,000	0,010	0,030	0,049	0,070

Tab. 2: Naměřené hodnoty [m] = g

Měření 1. – 3. bylo prováděno prvním způsobem.

Měření 4. – 6. bylo prováděno druhým způsobem.

Měření 7. – 10. bylo prováděno třetím způsobem.

Ze vztahu pro výpočet velikosti Coulombovy síly (1.1) odvodíme, že poměr druhých mocnin napětí přenesených zdrojů na tělesa by se měl rovnat poměru naměřených hodnot jednotlivých měření (1.2, Tab. 3). Nabíjecí napětí je totiž přímo úměrné náboji na tělese.

$$1.1 \quad F_e = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

$$1.2 \quad \left(\frac{B}{A}\right)^2 = \frac{m_{B1}}{m_{A1}}$$

	$m_B/m_A$	$\left(\frac{U_B}{U_A}\right)^2 - \frac{m_B}{m_A}$	$m_C/m_B$	$\left(\frac{U_C}{U_B}\right)^2 - \frac{m_C}{m_B}$	$m_D/m_C$	$\left(\frac{U_D}{U_C}\right)^2 - \frac{m_D}{m_C}$	$m_E/m_D$	$\left(\frac{U_E}{U_D}\right)^2 - \frac{m_E}{m_D}$
<b>Poměr <math>(U_Y/U_X)^2</math></b>	5,917		1,755		1,412		1,347	
<b>č. měření</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>
1	2,111	3,806	1,684	0,071	1,594	-0,182	1,176	0,171
2	5,333	0,584	2,313	-0,558	1,432	-0,020	1,434	-0,087
3	7,000	-1,083	2,500	-0,745	1,200	0,212	1,714	-0,367
4	3,750	2,167	2,600	-0,845	1,359	0,053	1,472	-0,124
5	3,500	2,417	2,143	-0,388	1,533	-0,121	1,239	0,108
6	5,333	0,584	2,313	-0,558	1,459	-0,047	1,574	-0,227
7	4,500	1,417	1,722	0,033	1,645	-0,233	1,451	-0,104
8	0,000	5,917	3,100	-1,345	1,613	-0,201	1,320	0,027
9	3,250	2,667	2,692	-0,938	1,400	0,012	1,551	-0,204
10	0,000	5,917	3,000	-1,245	1,633	-0,221	1,429	-0,081

Tab. 3: Porovnání poměru druhých mocnin napětí a poměru prvních mocnin hmotností

**Shrnutí měření:**

Měřením se potvrdila závislost velikosti Coulombovy síly na nabíjecím napětí.

Z tabulek 2 a 3 můžeme vyčíst, že nejpřesnější jsou ta měření, kdy nabíjíme tělesa napětím od 18 850 V do 26 000 V. Studenti by měli být schopni tuto skutečnost vysvětlit a popsat v protokolu měření.

**2.2 Závislost velikosti Coulombovy síly na vzdálenosti těles**

V druhé části experimentu jsem zjišťovala závislost velikosti Coulombovy síly na vzdálenosti nabíjených těles.

Postup měření: Středky míčků na stolní tenis nastavíme do počáteční vzdálenosti 6 cm. Opět zkontrolujeme, zda je na vahách vypnuto automatické vyrovnání „0“. Vynulujeme váhy. Nabijeme těleso připevněné na stojanu, následně nabijeme těleso druhé mimo dosah prvního tělesa. Na displeji odečteme příslušnou hodnotu. Měření opakujeme pro vzdálenosti od 6 cm do 24 cm (viz. Tab. 4).

V tabulce 4 jsou uvedeny hodnoty hmotností v gramech.

	A	B	C	D	E
<b>U zdroje [V]</b>	5 850	14 230	18 850	22 400	26 000
<b>d [cm]</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>
6	0,009	0,037	0,081	0,121	0,170
8	0,003	0,022	0,049	0,072	0,104
10	0,002	0,014	0,039	0,067	0,094
12	0,001	0,011	0,028	0,040	0,063
14	0,000	0,006	0,019	0,028	0,044
16	0,000	0,005	0,018	0,025	0,045
18	0,000	0,004	0,013	0,021	0,027
20	0,000	0,006	0,011	0,019	0,026
22	0,000	0,003	0,009	0,015	0,021
24	0,000	0,003	0,005	0,010	0,019

Tab. 4: Naměřené hodnoty [m] = g

Jako v předcházejícím měření i zde budeme vycházet ze vztahu pro výpočet Coulombovy síly (1.1) a ze vztahu 1.2. Porovnání poměru druhých mocnin napětí a prvních mocnin hmotností je v tabulce 5.

	$m_B/m_A$	$\left(\frac{U_B}{U_A}\right)^2 - \frac{m_B}{m_A}$	$m_C/m_B$	$\left(\frac{U_C}{U_B}\right)^2 - \frac{m_C}{m_B}$	$m_D/m_C$	$\left(\frac{U_D}{U_C}\right)^2 - \frac{m_D}{m_C}$	$m_E/m_D$	$\left(\frac{U_E}{U_D}\right)^2 - \frac{m_E}{m_D}$
<b>Poměr <math>(U_Y/U_X)^2</math></b>	5,917		1,755		1,412		1,347	
<b>č. měření</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>	<b>[m] g</b>
1	4,111	1,806	2,189	-0,434	1,494	-0,082	1,405	-0,058
2	7,333	-1,416	2,227	-0,472	1,469	-0,057	1,444	-0,097
3	7,000	-1,083	2,786	-1,031	1,718	-0,306	1,403	-0,056
4	11,000	-5,083	2,545	-0,790	1,429	-0,017	1,575	-0,228
5	0,000	5,917	3,167	-1,412	1,474	-0,062	1,571	-0,224
6	0,000	5,917	3,600	-1,845	1,389	0,023	1,800	-0,453
7	0,000	5,917	3,250	-1,495	1,615	-0,203	1,286	0,061
8	0,000	5,917	1,833	-0,078	1,727	-0,315	1,368	-0,021
9	0,000	5,917	3,000	-1,245	1,667	-0,255	1,400	-0,053
10	0,000	5,917	1,667	0,088	2,000	-0,588	1,900	-0,553

Tab. 5: Porovnání poměru druhých mocnin napětí a poměru prvních mocnin hmotností

**Shrnutí měření:**

Měřením se potvrdila závislost velikosti Coulombovy síly na vzdálenosti nabíjených těles.

V tabulce 4 vidíme, že měření má význam pro hodnoty napětí od 18 850 V do 26 000 V. V souvislosti s tímto měřením by studenti měli nejen ověřit závislost velikosti Coulombovy síly na vzdálenosti, ale také si uvědomit, za jakých podmínek má experiment ještě význam.

Z tabulky 5 je zřejmé, že k největším nepřesnostem dochází při nabíjení těles napětím 5 850 V a ve vzdálenostech 6 cm, 8 cm a 24 cm. Součástí protokolu měření studentů by tedy mělo také být vysvětlení, proč dochází k největším odchylkám právě v těchto případech.

### **Poděkování:**

Na závěr bych chtěla poděkovat všem, kteří mi pomohli s prací, a to zejména panu Miroslavu Ouhrabkovi, CSc., a panu doc. RNDr. Josefu Hubeňákovi, CSc., za jejich nápady a věcné připomínky.

### **Literatura:**

- [1] HERLOT, E. *Pokusy z fyziky (Příručka pro učitele fyziky)*, 1. vyd. Praha: Česká grafická unie a.s., 1947
- [2] HUBEŇÁK, J. *Elektřina a magnetismus: skriptum pro základní kurs fyziky*, 1. vyd. Hradec Králové: Gaudeamus, 2002, 204 s. ISBN 80-7041-089-2

## Interaktivní učebnice Zrak a Zvuk ve výuce na střední škole

David Kordek, katedra fyziky, PdF, UHK

### Úvod

Cílem práce bylo vytvořit interaktivní učebnici obsahující kapitoly zrak a zvuk pro střední školy a spojit daná témata tak, aby učebnici mohli ve výuce použít jak učitelé fyziky, tak učitelé biologie.

### Přípravná fáze

Před vytvořením interaktivní učebnice jsem provedl dva dílčí kroky, které byly klíčové pro získání základní představy o daných tématech.

#### 1. Frekvenční analýza nových pojmů

Pro frekvenční analýzu nových pojmů jsem vybral 5 současných učebnic fyziky a 5 současných učebnic biologie pro gymnázia, v nichž je učivo o zraku a zvuku. V zkoumaných učebnicích jsem pak v příslušných kapitolách zaznamenával frekvenci opakování nových pojmů, s kterými se žák v těchto kapitolách setkává (např.: v kapitole zrak to byl pojem oko, zrak, akomodace, ..., v kapitole zvuk pojem ucho, sluch, zvuk, ...). Výsledky této frekvenční analýzy pro jednotlivé učebnice jsou v příloze v části 1. Na základě provedené frekvenční analýzy jsem zjistil, kterým pojmům se autoři učebnic věnují více, kterým se věnují méně, a které zcela opomíjí.

#### 2. Dotazník pro učitele gymnázií

Podstatnější než učebnice je však pro žáky středních škol subjektivní pohled učitele na danou látku při výkladu. Zajímalo mě také pohled učitelů na gymnáziích na obě témata a to, jak je učí. Sestavil jsem proto dotazník, který se týká učiva o zraku a zvuku. Nechal jsem jej vyplnit 50 učiteli fyziky a biologie na gymnáziích ve východočeském kraji. Počet 50 učitelů je vzhledem k počtu gymnázií ve východočeském kraji zcela reprezentativní. Vzor dotazníku, v němž jsou uvedeny veškeré pokyny a instrukce pro vyplnění, naleznete v příloze v části 3. Výsledkem vyhodnocení dotazníku je tabulka relativních četností jednotlivých variant odpovědí u každé otázky, která je uvedena v příloze v části 2. Z této tabulky lze vyčíst, které pojmy jsou pro učitele při výuce důležité, které méně důležité a kterými se vůbec nezabývá. Takto získané informace byly pro vlastní učebnici klíčové, protože jsem se dozvěděl, co se skutečně žáci o daných tématech dozvědí při výuce.

### Osnova učebnice

Na základě frekvenční analýzy a dotazníku jsem sestavil následující osnovu interaktivní učebnice.

#### KAPITOLA ZRAK:

- anatomický popis lidského oka (včetně obrázku a měřítko)
- modely optického systému lidského oka
- průchod světla oční čočkou (akomodace oční čočky, blízký a daleký bod)
- vznik obrazu při dopadu světla na sítnici (tyčinky a čípky)
- prostorové vidění a zorný úhel
- barevné vidění (barvocit, barvoslepost)
- poruchy optického systému (refrakční vady oka)

KAPITOLA ZVUK:

- charakteristika zvuku ve vzduchu a ve vodě, zvuk jako vlnění
- veličiny, které charakterizují a popisují zvuk (intenzita zvuku, hlasitost)
- rychlost zvuku v látkových prostředích (Machovo číslo)
- hygiena sluchového ústrojí (práh bolesti a slyšení)
- anatomický popis lidského ucha (včetně obrázku a měřítka)
- biofyzikální funkce ucha (příjem akustického signálu a jeho převod v elektromagnetický signál)
- vady sluchu

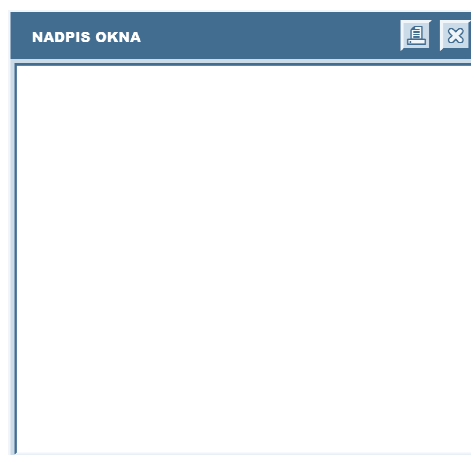
**Struktura a prvky interaktivní učebnice**

Učebnice bude obsahovat dvě kapitoly, kapitolu Zrak a kapitolu Zvuk. Tyto kapitoly budou složeny z článků. Jednu stránku učebnice bude představovat vždy jedno okno obrazovky. Ukázka úvodní stránky je na obrázku 1.



Obr. 1: První stránka z kapitoly zrak

Text učebnice bude psán formou odstavců. Každý z těchto odstavců bude možné zvětšit do samostatného okna obdobně jako obrázek. Okno pro zvětšený text a pro obrázek je na obrázku 2.

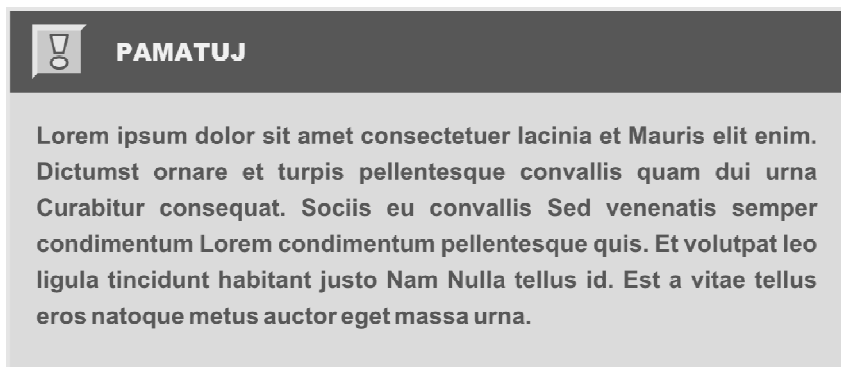


Obr. 2: Okno pro textové pole a obrázek



## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

Text formou samostatných odstavců jsem zvolil z toho důvodu, že žáci neumějí pracovat s textem. Vždy se snaží pořídit si co nejjednodušší snadno zapamatovatelný výtah z textu, avšak bez adekvátního porozumění obsahu textu. Text i obrázky v samostatných oknech si budou moci žáci vytisknout. Součástí učebnice budou také studijně funkční animace, týkající se vždy příslušného textu. Žáci budou moci s těmito animacemi pracovat v samostatném okně interního přehrávače, nezávislého na jejich operačním systému. Součástí každé kapitoly bude video-soubor s natočeným pokusem, který si žáci budou moci přehrát a s videem pracovat. V pravé části každého okna bude prostor určený pro autorské poznámky, který bude barevně odlišen od pozadí textu. V tomto prostoru budou umístěny nejčastěji odkazy na web, cvičení, zajímavosti,... Na konci každého článku bude vloženo to nejpodstatnější v samostatném okně **PAMATUJ**. Toto okno je zobrazeno na obrázku 3.



*Obr. 3: Tabulka pamatuj*

Většinu aplikací v učebnici budou moci žáci spustit pomocí interaktivních ikon, které usnadní používání učebnice. Příklad takové ikony je na obrázku 4.



*Obr. 4: Příklad interaktivní ikony*

Všechny aplikace učebnice se budou spouštět v prohlížečích a programech nezávisle na operačním systému uživatele. Pokud tedy bude učitel s touto učebnicí pracovat, nebude muset provádět instalaci žádného software. Domnívám se, že tato skutečnost zvýší chuť používat učebnici u řady učitelů.

## Přílohy

### 1. Výsledky frekvenční analýzy

Kapitola zrak-fyzika

Klíčové pojmy	UF1	UF2	UF3	UF4	UF5
Oko	16	18	16	32	18
Sítnice	5	10	5	15	10
Oční čočka	4	5	5	15	4
Akomodace	3	5	3	8	3
Blízký bod oka	4	3	3	4	2
Daleký bod oka	4	3	4	4	2
Konvenční zraková vzdálenost	1	1	1	1	2
Dalekozraké oko	3	1	3	3	1
Krátkozraké oko	3	1	3	3	1
Normální oko	3	4	3	2	1
Optická mohutnost	6	0	7	4	1

Tab. 1: Hodnoty absolutních četností nových pojmů

Kapitola zvuk-fyzika

Klíčové pojmy	UF1	UF2	UF3	UF4*	UF5
Zvuk	49	6	44	49	50
Ucho	5	1	5	7	10
Sluch	8	0	6	12	9
Tón	13	2	12	17	11
Barva (tónu)	3	2	3	3	3
Výška (tónu)	4	2	5	3	2
Hlasitost	7	1	7	4	4
Intenzita (zvuku)	4	4	3	11	3
Práh slyšení	2	0	2	2	3
Absolutní výška (zvuku)	1	2	2	5	4
Decibel	1	1	1	1	1

Tab. 2: Hodnoty absolutních četností nových pojmů

Kapitola zrak-biologie

Klíčové pojmy	UB1	UB2	UB3	UB4	UB5
Oko	5	19	7	21	44
Sítnice	10	15	10	18	19
Čočka	11	6	10	16	16
Akomodace	2	1	2	4	3
Tyčinky	5	7	5	6	9
Čípky	6	8	6	8	9
Oční koule	9	4	8	9	3
Rhodopsin	3	1	3	5	0
Žlutá skvrna	3	3	3	1	3
Slza	2	1	2	3	3

Tab. 3: Hodnoty absolutních četností nových pojmů

Kapitola zvuk-biologie

<b>Klíčové pojmy</b>	<b>UB1</b>	<b>UB2</b>	<b>UB3</b>	<b>UB4</b>	<b>UB5</b>
Zvuk	3	10	4	4	11
Kmitání	5	12	6	3	4
Zevní zvukovod	4	2	3	1	5
Ucho	1	9	1	3	8
Sluch	0	4	0	2	4
Bubínek	7	5	7	5	9
Hlemýžď	4	7	4	1	8
Kladívko	2	1	2	1	5
Kovadlinka	2	1	2	1	4
Třmínek	4	2	4	1	3

*Tab. 3: Hodnoty absolutních četností nových pojmů*

## **2. Výsledky vyhodnocení dotazníku**

	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Otázka zrak 1	90	6	4
Otázka zrak 2	16	12	72
Otázka zrak 3	40	22	38
Otázka zrak 4	84	16	0
Otázka zrak 5	100	0	0
Otázka zrak 6	74	24	2
Otázka zrak 7	34	38	28
Otázka zrak 8	40	38	22
Otázka zrak 9	64	22	14
Otázka zrak 10	56	32	12
Otázka zvuk 1	74	18	8
Otázka zvuk 2	12	6	82
Otázka zvuk 3	68	20	12
Otázka zvuk 4	54	38	8
Otázka zvuk 5	16	40	44
Otázka zvuk 6	56	22	22
Otázka zvuk 7	56	12	32
Otázka zvuk 8	62	14	24
Otázka zvuk 9	30	28	42
Otázka zvuk 10	42	34	24

*Tab. 5: Relativní četností (%) jednotlivých variant odpovědí v dotazníku*

### 3. Vzor dotazníku

- Určení dotazníku: Dotazník je součástí závěrečné práce Interaktivní učebnice Zrak a sluch, autora Mgr. Davida Kordeka. Vedoucím práce je Doc. RNDr. Zdeněk Kluiber, CSc., PhD.
- Účel dotazníku: Účelem dotazníku je zjistit, nakolik se v něm uváděné pojmy (z učiva středních škol) ve vyučovací praxi skutečně vyskytují.
- Jak vyplnit dotazník: **Z nabídnutých odpovědí označte křížkem právě tu odpověď, kterou považujete za nejbližší tomu, co skutečně vyučujete. U každé otázky můžete označit vždy jen jednu z odpovědí, která nejlépe vystihuje Vaši zkušenost.**
- Objasnění: Termínem „důležitý“ se rozumí „důležitý z hlediska didaktického i metodického.“ Slovem „považovat“ se rozumí, že jde o Váš postoj odůvodnitelný zkušeností nebo i racionálně-pocitovými důvody.

**Prosím o odpovědi:**

Celková doba mojí učiteské praxe: 1 až 5 let  5 až 10 let  více než 10 let

Vyučuji fyzice: 1 až 5 let  5 až 10 let  více než 10 let

**Kapitola „Zrak“**

1. Při výkladu obsahu kapitoly „Zrak“ považuji anatomický popis oka včetně obrázku za didakticky  důležitý  málo důležitý  popis nevyučuji.
2. U anatomického popisu lidského oka uvádím i měřítko obrázku, a považuji to za  důležité  málo důležité  neuvádím.
3. V kapitole „Zrak“ hovořím o modelech lidského oka, a považuji to za  důležité  málo důležité  nehovořím o tom.
4. Při výkladu kapitoly „Zrak“ uvádím pojmy **tyčinky** a **čípky**, a považuji je za  důležité  málo důležité  neuvádím.
5. Při zavádění pojmu oční čočka zavádím současně pojem **akomodace oka**, a považuji to za  důležité  málo důležité  nezavádím.
6. Při výkladu očních vad uvádím i vady související se stárnutím člověka, a považuji to za  důležité  málo důležité  neuvádím,  
speciálně uvádím termín **presbyopie**  
 ano  ne.
7. Při výkladu vad oka uvádím nejen jejich členění, ale také pojem **refrakční vady oka**, a považuji to za  důležité  málo důležité  neuvádím.
8. Při výkladu vad optického systému oka hovořím i o **astigmatizmu**, a považuji to za  důležité  málo důležité  nehovořím o tom.

9. Při výkladu obsahu kapitoly „Zrak“ zavádím pojem **prostorové (stereoskopické) vidění**, a považuji to za  
 důležité     málo důležité     nezavádím.
10. Při výkladu obsahu kapitoly „Zrak“ zavádím pojem **zorný úhel**, a považuji to za  
 důležité     málo důležité     nezavádím.

**Kapitola „Zvuk“**

1. Při výkladu obsahu kapitoly „Zvuk“ považuji anatomický popis ucha včetně obrázku za didakticky  
 důležitý     málo důležitý     popis nevyučuji.
2. U anatomického popisu lidského ucha uvádím i měřítko, a považuji to za  
 důležité     málo důležité     neuvádím.
3. Při výkladu obsahu kapitoly „Zvuk“ považuji charakteristiku zvuku ve vzduchu (vodě) jako podélného vlnění za  
 důležitou     málo důležitou     neuvádím.
4. Při výkladu obsahu kapitoly „Zvuk“ zavádím pojmy **výška zvuku, barva zvuku a hlasitost**, a považuji to za  
 důležité     málo důležité     nezavádím.
5. Při výkladu obsahu kapitoly „Zvuk“ zavádím pojem **referenční tón**, a považuji to za  
 důležité     málo důležité     nezavádím.
6. V kapitole „Zvuk“ defnuji pojem **intenzita zvuku**, a považuji to za  
 důležité     málo důležité     nedefnuji.
7. V kapitole „Zvuk“ defnuji **rychlost zvuku**, a považuji to za  
 důležité     málo důležité     nedefnuji.
8. V kapitole „Zvuk“ hovořím o hygieně sluchu, a považuji to za  
 důležité     málo důležité     nehovořím o tom.
9. V kapitole „Zvuk“ hovořím o tématu **přechod zvukového vlnění ze vzduchu do kapaliny a naopak**, a považuji to za  
 důležité     málo důležité     nehovořím o tom.
10. V kapitole „Zvuk“ hovořím o biofyzikální funkci ucha (příjem, recepcie akustického signálu a jeho převod v elektromagnetický signál), a považuji to za  
 důležité     málo důležité     nehovořím o tom.

Děkuji Vám za pečlivé a zodpovědné vyplnění dotazníku.

#### **4. Učebnice použité pro frekvenční analýzu**

UF1 – LEPIL, O.; BEDNAŘÍK, M.; HÝBLOVÁ, R. *Fyzika pro střední školy II*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2003, 306 s. ISBN 80-7196-185-X

UF2 – PEŠKOVÁ, E.; KROPÁČOVÁ, H. *Přehled středoškolského učiva II FYZIKA*. 1. vyd. Praha: Orfeus, 1992, 302 s. ISBN 80-85522-20-9

UF3 – LEPIL, O.; BEDNAŘÍK, M.; HÝBLOVÁ, R. *Fyzika pro střední školy [2]*. 2. vyd. Praha: Prometheus, 1996, 283 s. ISBN 80-85849-94-1

UF4 – LEPIL, O. *Fyzika pro gymnázia OPTIKA*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2003, 203 s. ISBN 80-7196-237-6

UF4\* – LEPIL, O. *Fyzika pro gymnázia MECHANICKÉ KMITÁNÍ A VLNĚNÍ*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 1994, 131 s. ISBN 80-901619-6-0

UF5 – SVOBODA, E. a kol. *Přehled středoškolské fyziky*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2006, 517 s. ISBN 80-7196-307-0

UB1 – JELÍNEK, J. a kolektiv. *BIOLOGIE a FYZIOLOGIE ČLOVĚKA A ÚVOD DO STUDIA OBECNÉ GENETIKY*. 1. vyd. Olomouc: Nakladatelství OLOMOUC, 2003, 223 s. ISBN 80-7182-138-1

UB2 – CIBIS, N.; DOBLER, H.-J.; LAUER, V. *Člověk*. 1. české vyd. Praha: Scientia, 1996, 212 s. ISBN 80-7183-031-3

UB3 – JELÍNEK, J.; ZICHÁČEK, V. *Biologie pro gymnázia*. 3. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 1998, 534 s. ISBN 80-7182-070-9

UB4 – NOVOTNÝ, I.; HRUŠKA, M. *Biologie člověka*. 4. vyd. Praha: Fortuna, 2007, 219 s. ISBN 978-80-7373-007-9

UB5 – WINSTON, R. *ČLOVĚK, Obrazová encyklopedie lidstva*. 1. vyd. Praha: Knižní klub, 2005, 512 s. ISBN 80-242-1455-5

#### **Poděkování**

**Miroslavu Ouhrabkovi, CSc.** za pečlivé vedení práce, Ing. Pavlu Křížovi za veškeré programátorské práce, Mgr. Cyrilu Havlovi za tvorbu animací, firmě RealDream za pomoc při návrhu designu.

Dále děkuji všem gymnáziím, jejichž učitelé se podíleli na dotazníkovém šetření.

Speciální dík patří Fingerlandovu ústavu patologie FNHK za zapůjčení a vyfotografování preparátu sítnice.

Kurz – „Človek a rádioaktivita“ – obsah, testovanie a vyhodnotenie  
*Luboš Krišťák, Technická univerzita vo Zvolene*

## **1 Úvod**

Cieľom projektu ComLab-2 bolo pokračovanie a rozšírenie nedávno realizovaného projektu ComLab-1. Úlohou v oboch projektoch bolo zavádzanie prostriedkov reálneho a virtuálneho počítačom podporovaného laboratória do vyučovania prírodovedných a technických predmetov. Keďže už v prvom projekte ComLab bola overená efektívnosť integrácie prírodovedných predmetov, projekt ComLab-2 popri integrácii fyziky, biológie a chémie rozširuje tento aspekt aj na pridružené technologické odvetvia, ako je elektrotechnika, strojárstvo, chemické technológie, poľnohospodárstvo, potravinový priemysel a i. Hlavnou cieľovou skupinou sú učitelia a študenti učiteľstva prírodovedných a technických predmetov pre žiakov od 12 rokov, ako ja učitelia pôsobiaci v oblasti vzdelávania dospelých. Okrem stredoškolského vzdelávania bol projekt zameriaval svoje aktivity aj na nadstavbové štúdiá a vyššie odborné školy. Cieľom projektu bolo tiež priblížiť prírodovedné a technické témy aj iným záujemcom rôzneho veku prostredníctvom samostatnej práce. Kurzy projektu ComLab zahŕňajú rôzne témy z prírodovedných a technických oblastí, pri ktorých sa predpokladá, že integrovaný prístup vo využívaní IKT v laboratórnych podmienkach bude prínosom. Kurzy sú zamerané na aktívne metódy, praktické aktivity a skúsenosti, ktorých cieľom je zlepšenie špeciálnych zručností žiakov, ako aj nadobudnutie všeobecných zručností, ktoré je možné uplatniť v rôznych oblastiach poznania. Praktické aktivity sú kombinované s počítačovými simuláciami a prácou s multimediálnymi materiálmi. Cieľom kurzov je poskytnúť základy pre vzdelávanie učiteľov a študentov učiteľstva, ako aj podať dôležité informácie pre samostatné učenie sa prostredníctvom webovej stránky projektu.

## **2 Experimenty**

Výstupom projektu je praktická realizácia reálneho počítačom podporovaného školského laboratória s príslušným technickým vybavením (jednoduchý a multifunkčný prevodník) a na druhej strane kurzy pre prírodovedné a technické vzdelávanie obsahujúce počítačom podporované reálne experimenty integrované s kvantitatívnymi modelmi fyzikálnych dejov, modelovými simuláciami, videosekvenciami, animáciami a interaktívnymi cvičeniami. Cieľovou skupinou sú učitelia prírodovedných a technických predmetov v školách, kde sú tieto predmety súčasťou učebných plánov a mladí ľudia s vnútornou motiváciou samostatne sa vzdelávať v oblasti prírodných vied a techniky s využitím informačných a komunikačných technológií.

V rámci Kurzov vytvoreného tímom z Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici (Jana Raganová, Stanislav Holec, Martin Hruška, Luboš Krišťák, Miroslav Murin, Miriam Spodniaková Pfefferová) „Vzťah človeka a prírody“ bolo vytvorené množstvo počítačom podporovaných experimentov zameraných na vzťah človeka a vybranými aspektmi prírody. Kurz bol rozdelený do piatich tém:

- Človek a život okolo neho
- Termoregulácia ľudského tela
- Človek v pohybe
- Človek a vnímanie zvuku a hluku
- Človek a rádioaktivita

K experimentom bolo potrebné pre učiteľov a žiakov vypracovať sprievodný text, aby mohli žiaci na vyučovaní tieto experimenty čo najefektívnejšie uskutočniť. Optimálne sa javí použitie metodických a žiackych pracovných listov. Jednotlivé etapy uskutočnenia reálnych počítačom podporovaných experimentov boli zvolené tak, aby sa okrem praktických zručností u žiakov rozvíjali aj tvorivé schopnosti.

## **3 Žiacky pracovný list pre reálny počítačom podporovaný experiment**

Žiacke pracovné listy obsahujú všetky informácie, ktoré žiak potrebuje na realizáciu experimentu a na základe ktorých by mal vedieť daný experiment uskutočniť. Štruktúra žiackych pracovných listov je podobná ako v prípade klasických experimentov, líšiť sa budú najmä v jednotlivých úlohách, spôsobom zaznamenávania výsledkov, spracovania a analýzy údajov.

### Štruktúra žiackych pracovných listov:

#### **Názov experimentu**

**Trochu teórie** – v úvode môže byť použitý nejaký príklad zo života, pomocou ktorého sú žiaci motivovaní na riešenie problému, ktorý je na konci tejto časti nastolený.

**Čo potrebujeme** – zoznam pomôcok, ktoré budú pri experimente použité.

**Schéma experimentu** – detailná schéma, ako bude vyzerat' rozloženie experimentu.

**Ako budeme postupovať** – podrobný postup, ako vykonať daný experiment.

**Spracovanie nameraných dát** – postup, ako analyzovať namerané údaje.

**Porozmýšľajte** – otázky súvisiace s nameranými hodnotami a spracovanými výsledkami. Na základe otázok žiaci hlbšie zanalyzujú dosiahnuté výsledky.

**Súvis so životom a praxou** – v tejto časti sa žiaci dozvedia, aký má daný experiment praktický význam a kde všade sa s ním, prípadne s analogickými experimentmi môžu stretnúť v bežnom živote.

**Námety na ďalšie aktivity** – táto časť obsahuje námety na ďalšie aktivity, úzko súvisiace s vykonaným experimentom.

**Otázky a úlohy** – doplnujúce otázky a úlohy, ktoré korešpondujú s experimentom a s javmi, ktoré s ním úzko súvisia.

## **4 Metodické listy pre reálne počítačom podporované experimenty**

Metodické listy sú určené pre učiteľov a obsahujú všetky informácie, ktoré sú k realizácii experimentov potrebné. Okrem toho obsahujú aj informácie, kedy daný experiment uskutočniť, prípadne ďalšie informácie, s ktorými je nutné žiakov oboznámiť pri ich realizácii ohľadom bezpečnosti.

### Štruktúra metodických listov:

#### **Názov experimentu**

**Tematické zaradenie experimentu** – tematické oblasti, s ktorými daný experiment korešponduje a do ktorých je vhodné ho zaradiť.

**Cieľ experimentu** – čo chceme experimentom dosiahnuť, jeho stručná charakteristika.

**Poznámky k realizácii experimentu** – doplnujúce informácie k experimentu.

**Spracovanie nameraných dát** – spôsob ako spracovať namerané dáta a vyvodit' z nich potrebné závery.

**Závery z experimentu** – čo sme chceli experimentom dosiahnuť, aké závery z neho vyplývajú, riešenia doplnujúcich otázok.

**Žiacke aktivity** – návrhy na ďalšie aktivity súvisiace s experimentom, ktoré môžu žiaci vykonať.

Na záver uvádzame príklad počítačom podporovaného experimentu vhodného na laboratórne meranie

## **5 Žiacky pracovný list pre reálny počítačom podporovaný experiment „meranie absorpcie žiarenia gama“**

### **Trochu teórie**

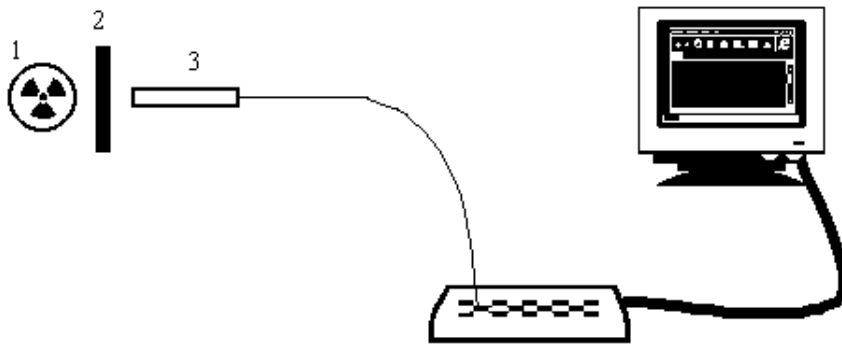
Pri práci so žiarením, keďže nie je možné ho ľudskými zmyslami zaznamenať, je nutné dodržiavať niekoľko bezpečnostných opatrení. Jedným z nich je ochrana tienením. Rádioaktívne žiariče sa preto uschovávajú a prenášajú v trezoroch, vyrobených najčastejšie z olova. **Aké hrubé by mali byť olovené trezory?**

### **Čo potrebujeme**

- 1 – rádioaktívny žiarič gama
- 2 – olovené absorpčné platne
- 3 – senzor pre detekciu rádioaktívneho žiarenia beta



**Schéma experimentu**



**Ako budeme postupovať**

GM trubicu umiestnite do blízkosti žiariča (podľa schémy). Pri práci so žiaričom používajte pinzetu.

Pripravte počítačový program pre vkladanie počtu fólií prostredníctvom klávesy počítača.

Zmerajte intenzitu bez použitia žiariča.

Medzi žiarič a senzor postupne vkladajte po jednej fólii a pre každý počet fólií zaznamenajte počet impulzov od žiariča pomocou klávesy.

Meranie ukončíte, keď intenzita rádioaktívneho žiarenia klesne na hodnotu pozadia.

**Spracovanie nameraných dát**

Zobrazte závislosť počtu impulzov vzhľadom k počtu fólií vkladanych medzi žiarič a detektor v podobe tabuľky a grafu.

Nameranú závislosť nahraďte vhodnou matematickou funkciou.

Urobte korekciu nameraných hodnôt vzhľadom na hodnotu nameranú bez použitia žiariča (odčítajte ju od všetkých hodnôt).

Zobrazte závislosť  $\ln N$  od počtu fólií.

Logaritmickú závislosť nahraďte vhodnou matematickou funkciou.

Grafické závislosti vytlačte.

Zistite z grafu, aká hrúbka olova je potrebná na pohltenie 50 % gama žiarenia.

Určite hrúbku olova potrebnú na úplné pohltenie daného žiariča gama.

Aká by musela byť hrúbka, keby intenzita žiariča bola dvojnásobná?

**Porozmýšľajte**

Čo znázorňuje graf získaný z experimentálnych údajov?

Aká matematická závislosť zodpovedá získanej závislosti?

Prečo klesá intenzita rádioaktívneho žiarenia s rastúcou hrúbkou absorpčnej vrstvy?

**Súvis so životom a praxou**

Každé ožiarenie tela rádioaktívnym žiarením môže byť škodlivé (ak nie je súčasťou liečenia). A keďže človek takéto žiarenie zmyslami nevníma, je nutné pri jeho používaní dodržiavať v záujme zdravia a bezpečnosti príslušné predpisy. Tieto predpisy sú dôležité hlavne pre osoby pracujúce priamo s jadrovými zariadeniami a rádioaktívnym materiálom. Keďže význam a používanie aplikácií jadrovej fyziky neustále rastie, mali by základné poznatky o ochrane pred rádioaktívnym žiarením byť súčasťou všeobecného vzdelania. Tri základné spôsoby ochrany pred žiarením sú: ochrana vzdialenosťou, časom a tienením. Okrem toho by mal pracovník pracovať s čo najmenším množstvom rádioaktívnej látky.

### Námety na ďalšie aktivity

Meranie uskutočnite s inými fóliami a porovnajzte výsledky.

Meranie uskutočnite s iným gama žiaričom a porovnajzte výsledky.

### Otázky a úlohy

Čo je hlavnou príčinou pohlcovania gama žiarenia?

Zapíšte schému jadrovej reakcie gama premeny.

Napíšte rovnicu gama premeny kobaltu  ${}_{27}^{60}\text{Co}^*$ .

Zapíšte absorpčný zákon a definujte jednotlivé veličiny, ktoré vo vzťahu vystupujú.

## 6 Metodický list pre reálny počítačom podporovaný experiment „meranie absorpcie žiarenia gama“

### Tematické zaradenie experimentu

jadrová fyzika

rádioaktívne žiarenie

absorpcia gama žiarenia

### Cieľ experimentu

Cieľom experimentu je nájsť a analyzovať závislosť intenzity rádioaktívneho žiarenia gama od hrúbky absorpčnej vrstvy. Z grafickej závislosti určiť hrúbku potrebnú na pohltie 50% gama žiarenia a na úplné pohltie žiarenia gama.

### Poznámky k realizácii experimentu

Pri meraní je dôležité, aby sa v priebehu merania nemenilo usporiadanie celého experimentu.

Pre experiment sme zvolili olovené fólie, avšak môžu sa použiť aj fólie z iných materiálov, napr. hliníkové.

Pri práci so žiaričom používame pinzetu a po práci ho vložíme do oloveného trezora.

Pracujeme s fóliami rovnakej hrúbky, v takom prípade stačí zmerať hrúbku jednej fólie a vynásobiť počtom fólií na zistenie celkovej hrúbky. V prípade práce s fóliami nerovnakej hrúbky zmeriame hrúbku každej fólie samostatne a na os X v grafe zaznamenávame celkovú hrúbku a nie počet fólií.

### Spracovanie nameraných dát

Nameranú závislosť intenzity rádioaktívneho žiarenia od počtu fólií aproximujeme v počítačovom programe exponenciálnou krivkou.

Nameranú hodnotu intenzity rádioaktívneho žiarenia zobrazíme pomocou počítačového programu aj v logaritmickú stupnici.

Túto závislosť aproximujeme lineárnou funkciou.

Hrúbku potrebnú na pohltie 50 % gama žiarenia môžeme určiť z oboch grafov. Odčítame počet impulzov od žiariča bez použitia fólií a v jednej polovici od počiatku spravíme rovnobežku s X -ovou osou a kde nám pretne graf odčítame hrúbku (prípadne počet fólií).

Hrúbku potrebnú na úplné pohltie žiarenia gama zistíme predĺžením priamky pri grafe logaritmickú závislosti, kým nepretne X -ovú os.

### Záver z experimentu

Nameraná absorpčná predstavuje klesajúcu exponenciálnu funkciu, z čoho vyplýva, že intenzita žiarenia klesá s rastúcou hrúbkou absorpčnej vrstvy. Žiarenie gama je v látkach, ktorými prechádza postupne absorbované, až v určitej hrúbke detektor nezaregistruje žiadne rádioaktívne žiarenie. Žiarenie gama je najpenikavejšie zo všetkých žiarení ( $10^2$  penikavejšie ako beta žiarenie a až  $10^4$  penikavejšie ako alfa žiarenie). Na jeho úplné pohltie je potrebná niekoľkokocentimetrová vrstva olova.

## **Žiacke aktivity**

Experiment je zvolený ako laboratórne meranie, to znamená, že žiaci pracujú samostatne v skupinách. Okrem toho môžu žiaci experiment vykonať s inými materiálmi, prípadne s iným žiaričom.

## **7 Záver**

Na základe spätnej väzby a skúseností získanými v priebehu testovania vytvorených kurzov vo vyučovaní fyziky na viacerých stredných školách je vidieť záujem tak zo strany žiakov ako aj učiteľov o daný typ experimentov. V ďalšom by bolo namieste nájsť spôsob, ako integrovať výsledky projektu ComLab do vyučovania na stredných školách.

## **Referencie**

- [1] Krišťák, L. Experimenty z jadrovej fyziky na gymnáziách. Dizertačná práca. UMB Banská Bystrica, 2008.
- [2] Raganová, J., Holec, S., Hruška, M., Krišťák, L., Murín, M. Spodniaková Pfefferová, M. – The course „Investigations of Human-Environment Interaction“ – contents, testing and evaluation. In: International Conference ComLab 2007. Radovljica, Slovenia. ISBN 978-961-253-009-9
- [3] Hockicko, P.: The Computer Supported Teaching and Studying Physics. Proceedings of the International conference New Trends in Physics – NTF 2004, Brno, Czech Republic, November 11–12, 2004, p. 296–299, ISBN 80-7355-024-5.
- [4] Computerised Laboratory in Science and Technology Teaching. <http://e-prolab.com/comlab>

## Inovace fyzikálních učebních úloh pro žáky se specifickými poruchami učení

Lucie Makydová, Josef Trna, PdF, MU, Brno

### 1. Úvod

Specifické poruchy učení žáků na základní škole jsou dnes již často diskutovaným tématem. Hovoří se o jejich příčinách a nápravách. Nejčastěji se problémy u žáků se specifickými poruchami učení (dále SPU) projevují v českém jazyce a v matematice. Jak se ovšem tyto poruchy projeví ve fyzice? Je žák s diagnózou SPU schopen pochopit základní fyzikální pojmy a osvojit si dovednosti? Jak takový žák např. řeší fyzikální úlohy? Jak by mělo vypadat zkoušení a hodnocení takového žáka, aby nutně individuální přístup učitele nebyl pro žáka příliš frustrující a stupeň hodnocení opravdu odpovídal nabytým vědomostem a dovednostem? Těmto výzkumným otázkám se hodláme blíže věnovat. Tento příspěvek má za cíl informovat o uvedené problematice a naznačit naše zamýšlené výzkumné cesty.

### 2. Specifické poruchy učení

Dle Z. Matějčka [1] jsou poruchy učení souhrnným označením 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 nervového systému.

Mezi SPU podle O. Zelinkové [2] řadíme dyslexii (porucha osvojování čtenářských dovedností), dysgrafii (porucha osvojování psaní), dysortografii (porucha osvojování pravopisu), dyskalkulii (porucha osvojování matematických dovedností), dále dyspraxii (porucha, která postihuje osvojování, plánování a provádění volních aktivit), dysmúzii (porucha osvojování hudebních dovedností).

Je důležité upozornit, že dys-poruchou není pomalé osvojování dovedností číst, psát a počítat u dětí vývojově nezralých, u dětí s nízkou úrovní rozumových schopností, tedy u dětí s nižší inteligencí. O. Zelinková [2] například uvádí, že diagnóza dyskalkulie by neměla být stanovena u dětí s IQ nižším než 90, v odůvodněných případech nižším než 85.

### 3. Projevy SPU ve výuce fyziky

Z výše jmenovaných poruch především tři mohou výrazně ovlivnit výkon žáka ve fyzice: dyslexie, dysgrafie a dyskalkulie. Je tomu tak proto, že uvedené poruchy se projevují v oblastech, které jsou důležitou součástí fyzikálního vzdělávání. Z. Michalová podrobněji popisuje ve své práci [3] projevy jednotlivých SPU. Popisujeme blíže dále ty, které mají významný vliv na osvojování vědomostí a dovedností ve výuce fyziky:

#### Dyslexie:

- obtížné rozlišování tvarů písmen
- vynechávání písmen, slabik ve slovech
- domýšlení si koncovky slova dle jeho správně přečteného začátku
- nepochopení obsahu čteného textu
- nerozlišování hlásek zvukově si podobných

#### Dysgrafie:

- obecně nečitelné písmo (i přes dostatečný čas a pozornost věnovaný danému úkolu)
- nedopsaná slova či písmena, vynechání slov v souvislém textu
- výrazně pomalé tempo práce
- neskonalé úsilí při veškerém písemném projevu

#### Dyskalkulie:

- přiřazování čísla k počtu, řazení podle velikosti (praktognostická dyskalkulie)
- vážne schopnost slovně označovat operační znaky (verbální dyskalkulie)
- neschopnost číst matematické znaky, symboly, čísla s nulami uprostřed (lexická dyskalkulie)
- narušena schopnost psát numerické znaky (grafická dyskalkulie)
- zaměňuje operace, nezvládá jejich provádění, písemně řeší i jednoduché úkoly (operacionální dyskalkulie)
- porucha v chápání matematických pojmů a vztahů mezi nimi, nedokáže počítat z paměti (ideognostická dyskalkulie)

### Kombinace poruch:

Ve výsledku tedy můžeme mít ve třídě žáka, který má kombinaci výše uvedených poruch. Žák např. píše do sešitu jen těžko čitelný zápis, informační zisk z přečteného článku z učebnice má téměř nulový a v hodinách je nepozorný, protože koncentrace pozornosti u žáků s SPU velmi kolísá. Často se přidá tzv. syndrom ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorder), tedy hyperaktivita s poruchou pozornosti.

Zásadní otázkou je, jestli se žák s těmito poruchami či dokonce jejich kombinacemi může úspěšně fyzikálně vzdělávat? Je takový žák schopen úspěšně řešit fyzikální úlohy? Jakým způsobem je řeší? Co může učitel považovat za neznalost a co za projev poruchy? Může v průběhu základního vzdělávání nastat určitá kompenzace těchto poruch ontogenetickým vývojem? Tyto otázky jsou výzkumnými otázkami naší budoucí badatelské práce. Plánujeme používat různé výzkumné metody, zejména pak případové studie.

### 4. Příklady projevů SPU při řešení fyzikálních úloh na ZŠ

Následující příklady jsou ukázky z písemných prací čtrnáctiletého žáka Ondřeje, který nyní navštěvuje 9. ročník základní školy (na pracovišti autorky studie). Podle diagnostické zprávy z pedagogicko-psychologické poradny má tento žák dysortografii, dyskalkulii a hyperkinetický syndrom (čili ADHD – častá nekoncentrovanost, unavitelnost pozornosti a zpomalené tempo duševní práce). Jak jsme uvedli už výše, tento syndrom se velmi často vyskytuje společně s poruchami učení.

První příklad je Ondřejovo vypracování opakovací úlohy z mechaniky plynů na začátku osmé třídy. Zadání úlohy dostal každý žák předtištěné na proužku papíru:

Vypočítej velikost vztlakové síly, která nadnáší ve vzduchu těleso o objemu  $0,05 \text{ m}^3$ . Hustotu vzduchu počítej  $1,3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Ondra si jako první vypsál značky veličin (vpravo), které se vyskytují v zadání. Důvodem byla dle jeho slov obava, aby je nezapomněl (zapamatoval si je, podle dříve řešených ukázkových příkladů ze sešitu). Stejným způsobem si zapsal značky i v další úloze. Až později jsme si uvědomili, že zadání úloh mělo stále stejné pořadí veličin. Ondra zřejmě nechápe význam značky jako fyzikální veličiny, pouze mechanicky přiřazuje čísla k písmenům. Ani u jedné z veličin v zadání nezvládl opsat správně jednotky. Protože vztah pro výpočet vztlakové síly vůbec nevěděl, domnívám se, že ho zřejmě vůbec nechápe jako vztah veličin. O nepochopení svědčí i jeho jednotka tíhového zrychlení. Ondra nechal řešení úlohy bez odpovědi, i když jsou žáci na tento požadavek opakovaně upozorněni. Ondrovo řešení úlohy je uvedeno na obr. 1.

Ondřej VIII.D.

$V =$   
 $\rho =$   
 $F_{vz} =$

1.  
 $V = 0,05 \text{ m}$   
 $\rho = 1,3 \text{ kg}$   
 $F_{vz} = ?$

---

$$F_{vz} = 0,05 \cdot 1,3 \cdot 10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$
$$F_{vz} = 0,65 \text{ N}$$

Obr. 1: Ondrovo řešení úlohy z hydromechaniky.

Ondrovo řešení druhé úlohy z termiky částečně připomíná první. Tuto úlohu řešil Ondra asi o půl roku později, ve druhém pololetí osmé třídy. Zadání bylo zapsané na tabuli a žáci ho neměli opisovat. Tentokrát si do pravého horního rohu zapsal kromě značek veličin i předpokládaný fyzikální vztah. I když zápis  $m \cdot c = (t_0 - t_1)$  roz-

hodně nelze považovat za vztah pro výpočet tepla. V zápisu úlohy nepřevodl hmotnost na odvozenou jednotku. Převody jednotek jsou pro žáky s dyskalkulií velmi obtížné. Vzorec pro výpočet tepla sice potom zapsal už správně, ovšem tím jeho řešení končí a věnoval se dalšímu úkolu (viz obr. 2).

Teplotní úloha - Ondra  
 hmotnosti 540g a teplota 15°C  
 do 600°C  
 1) jaké teplo muselo tékat.

$m = 540 \text{ g}$   
 $t_0 = 15^\circ\text{C}$   
 $t_1 = 600^\circ\text{C}$   
 $Q = ?$

$Q = m \cdot c \cdot (t_0 - t_1)$

Obr. 2: Ondrovo řešení úlohy z termiky

Na začátku deváté třídy řešil Ondra dvě úlohy (viz obr. 3). Tématem první úlohy (označené číslem jedna vpravo na obr. 3) je výpočet mechanické práce:

Jakou práci vykoná vysokozdvizný vozík, jestliže vyzdvihl náklad o hmotnosti 300 kg do výšky 2 m.

Tématem druhé úlohy (označené číslem čtyři vlevo na obr. 3) je tepelná výměna:

Jaké teplo odevzdá voda o hmotnosti 3 kg svému okolí, jestliže z teploty 90 °C vychladla na 25 °C?

Postup obou řešení byl opět podobný. Nejprve si Ondra zapsal fyzikální vztahy, což se zdá být určitý pokrok v jeho prioritách. Následně si napsal zápis zadaných hodnot veličin. V případě výpočtu práce si ovšem zafixoval pouze výpočet tíhové síly ( $m \cdot g$ ), bohužel opět bez porozumění ( $g$  uvádí jako 3 kg). K výpočtu samotné práce se už vůbec nedostal.

U výpočtu tepla je však viditelný značný pokrok. Ondra dospěl k výsledku a dokonce správně formuloval odpověď. Bohužel však místo hmotnosti vody 3 kg dosadil 30 kg, převod z joulů na kilojouly také není správný. I když posunul správně desetinnou čárku, nezvládl korektně číslo zaokrouhlit, což je také klasický projev dyskalkulie.

4.  $Q = m \cdot c \cdot (t_0 - t_1)$   
 $m = 3 \text{ kg}$   
 $t_0 = 90^\circ\text{C}$   
 $t_1 = 25^\circ\text{C}$   
 $c = 4,18 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$   
 $Q = ? \text{ J}$

$1. m \cdot g$   
 $m = 300 \text{ kg}$   
 $g = 3 \text{ kg}$   
 $m = 300 \cdot 3$   
 $900 \text{ kg}$

$Q = m \cdot c \cdot (t_0 - t_1)$   
 $Q = 30 \text{ kg} \cdot 4,18 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (75^\circ\text{C})$   
 $Q = 934,5 \text{ J} \approx 935 \text{ J}$

Teplo odevzdala svému okolí 935 J.

Obr. 3: Ondrovo řešení dvojice úloh z mechaniky a termiky

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

Z uvedených příkladů řešení úloh je vcelku jasné, že žáci s SPU potřebují speciální péči i v hodinách fyziky, nejen češtiny a matematiky. Tato speciální péče však musí vycházet z fyzikálně-didaktických výzkumů těchto SPU a zejména pak ze speciálních aplikačních metod vzdělávání těchto žáků. Nyní se pokusíme nastínit, jaké typy úloh by mohly být vhodné pro tuto speciální výuku žáků s SPU.

### **5. Inovace fyzikálních úloh pro žáky s SPU**

Výše uvedené příklady problémů žáků se SPU při řešení fyzikálních úloh dokládají nutnost inovace těchto úloh. Z našich dosavadních před-výzkumů se jeví jako vhodné tyto postupy při řešení úloh žáky se SPU:

- a) poskytnout žákům vyřešenou vzorovou úlohu (v 6. a 7. ročníku i k testovým položkám)
- b) dát žákům možnost využívání pomůcek k převodům fyzikálních jednotek a přehledy vztahů, popř. i seznam fyzikálních veličin s jejich značkami
- c) zadání úloh by mělo být vždy vypracované na počítači ve zřetelné grafice
- d) písemná práce by neměla přesahovat délku 20 minut (lépe ještě méně)

Efektivitu těchto postupů budeme v našem dalším výzkumu ověřovat a doplňovat je dalšími metodami.

### **6. Závěr**

Uvedené projevy SPU ve výuce fyziky budeme v budoucnu podrobně zkoumat. Jako prioritní jsme si stanovili následující výzkumné otázky:

- Které chyby jsou v řešení fyzikálních úloh nejčastější a typické pro žáky s SPU?
- Jsou tito žáci schopni pochopit fyzikální vztah jako vztah fyzikálních veličin?
- Jakým způsobem by měl být zadán didaktický test pro žáka s SPU?
- Jaké kompenzační a názorné pomůcky lze žákům s SPU poskytnout?

Potíže dětí trpících dyslexií, dysgrafií nebo dyskalkulií se neomezují pouze na školní dovednosti, jak píše Bartoňová M. a Vítková M. v publikaci [4]. Promítají se do celého sociálního systému, v němž dítě žije. Tento školní neúspěch může mít negativní vliv na žáka, jeho vztah k sobě samému, k ostatním lidem a ke škole jako takové. Proto je nutno zkoumat vzdělávání těchto žáků a získané poznatky přenášet do školské praxe.

### **Literatura**

- [1] Matějček, Z.: *Dyslexie, specifické poruchy čtení*. Jinočany: HH, 1995.
- [2] Zelinková, O.: *Poruchy učení*. Praha: Portál, 2003.
- [3] Michalová, Z.: *Specifické poruchy učení na druhém stupni ZŠ a na středních školách*. Havlíčkův Brod: Tobiáš, 2004.
- [4] Bartoňová, M., Vítková, M.: *Strategie ve vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami a specifické poruchy učení*. Brno: Paido, 2007.

Tato studie vznikla za podpory výzkumného záměru Speciální potřeby žáků v kontextu RVP ZV MSM0021622443.

## Computer simulation of a spring and a thread

*Pavel Masopust, Department of General Physics, Faculty of Education, University of West Bohemia*

As teachers of physics we know very well the following situation: We have spent two hours preparing an experiment in order to brighten up our education a little bit. We have assembled the devices and tried their functionality. Everything has worked fine.

But when we want to show it to our students, everything is a complete disaster as if charmed by an evil wizard. The digits on measurement devices are wrong and results of experiments are the exact contrary to the theory.

Students then burst out laughing and their faith in physics has been shattered. There are hundreds of reasons why experiments do not match the theory. Starting with air humidity (common problem with electrostatic experiments), moving over to bad light conditions (problems in optics) and last but not least ending up with abnormalities in earth magnetic field.

But we cannot stop showing experiments because they are a very important part of physics education. Students need to know that everything they learn in the theory has a practical effect we can show experimentally (even failed experiments are experiments with physical explanation and therefore very useful). Given the above-mentioned difficulties, we cannot show every experiment as real assembled experiments). We also cannot work with expensive devices and dangerous physical phenomena (nuclear experiments, modern equipment, etc.).

Such difficult experiments can be shown as computer simulations. The results of a computer program or a simulation are the same under any circumstances, we can play with parameters, everything is visible to the whole class (using a projector) and students can use this simulation even on their home computers. Therefore computer simulations could be a great way how to improve the appeal of physics education. Computer simulation cannot substitute “real” physics experiments. As a result, we have to carefully choose appropriate experiments. The lower the level of physics education of our students is, the higher amount of “real” experiments is needed.

### **How to create a computer simulation?**

The first way how to create a computer simulation is to use a “common” computer programming language like C# or Delphi. A big disadvantage to this approach appears at the moment when we want to share our work with the others over the Internet. There is no simple way how to publish our computer program directly on the Internet. We can make the file available for download on a web page but it can draw back the users since running of possibly insecure programmes is very dangerous because of computer viruses.

The second way is to create something that is directly aimed at web publishing. This way we can prepare applets (mostly in Java) or use Adobe Flash or Microsoft Silverlight – both technologies use a special programming language and allow us to create objects that can be uploaded directly to a web page. We use the Microsoft Silverlight technology in this article (the source code is on the CD). The details are a little complicated to explain here but the programme source code is available on the CD and is self-explanatory.

### **Computer animation of a spring**

The first thing we have to do before we create a computer simulation is to create a mathematical model of the situation. Here we want to make a model of two mass points (mass  $m_1$  and  $m_2$ ) connected with a spring. We know that the rest length of our spring is  $l_0$  and its spring constant is  $k$ . When we hold the first mass point and move the second one away from the equilibrium at the distance of  $\Delta x$  there will be a force pulling this point back with the magnitude of  $F = k \cdot \Delta x$  (this is of course the force required to hold the first point and to pull the second one). Thus we can write the following equation of motion

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{k}{m} \cdot x$$

When we release the second point, the second point will move periodically, as described by the following equation (this eq. is the solution to the differential equation mentioned above):

$$x = \Delta x \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{m}{k}} \cdot t\right).$$



## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

Now we have a mathematical model of the situation: We have the equation that describes the time dependency of position; according to it we can tell where the second point is at every moment.

Since computers are digital devices, we cannot work directly with analog quantities. When we want to show (visualize) this mathematical model we have to “cut” the time to a series of “time skips”. We can start at the time 0 and add a time span  $\Delta t$ . This way we show the position of a mass point in the time of 0,  $0 + \Delta t$ ,  $0 + 2 \cdot \Delta t$ , ... The size of this time span affects the final simulation. The lesser the  $\Delta t$  is, the more fluently the animation will look but we have to calculate a bigger amount of equations, e.g.: We want to simulate the motion of the other mass point between the time of 2s and 4s with the  $\Delta t = 0,5$  s. We need 2 seconds of simulation, and we can cut this time interval into 4 pieces ( $2 / 0,5$ ). Of course the resulting motion would not be fluent, in a real situation we would have to take a lesser  $\Delta t$ .

When we have finished the mathematical model and we know how to count the resulting values (the position of the mass point from our example) and we know how many values we need, we can visualize these values on a computer screen. In our case we just need to draw two circles (for the mass point 1 and for the mass point 2). The mass point 1 is steady. We just change the position of the second point according to the equation

$$x = \Delta x \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{m}{k}} \cdot t\right) - \text{for every time sequence starting from a chosen time interval we calculate the } x \text{ position}$$

and move the second mass point to this place. If we have chosen an appropriate time span, we can see a fluent motion of the second mass point. The result could look like Fig. 1.

The next step towards the result is to create a model of three mass points connected with two springs.

This is not difficult – the force affecting the second mass point at this moment has two components –  $\vec{F} = k \cdot \Delta \vec{x}_1 + k \cdot \Delta \vec{x}_2$ .

If we need to simulate the rope in a gravitation field we just add the gravitation force to this equation –  $\vec{F} = k \cdot \Delta \vec{x}_1 + k \cdot \Delta \vec{x}_2 + m \cdot \vec{g}$ .

We assumed here, that both springs have the same  $k$  constant. We do not have to stop at three mass points and two ropes. We can go on adding more elements as we will see in the next paragraph.

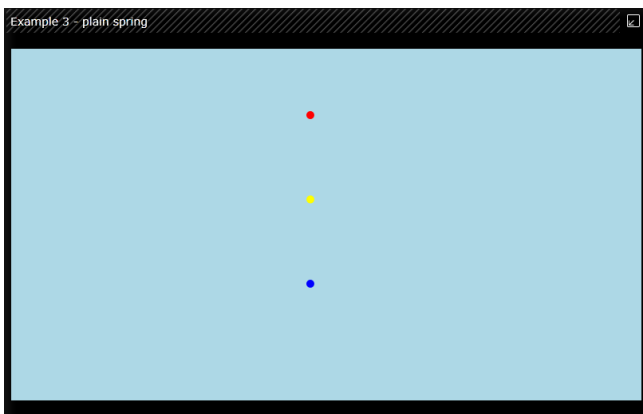


Fig. 1: Three mass points and two springs

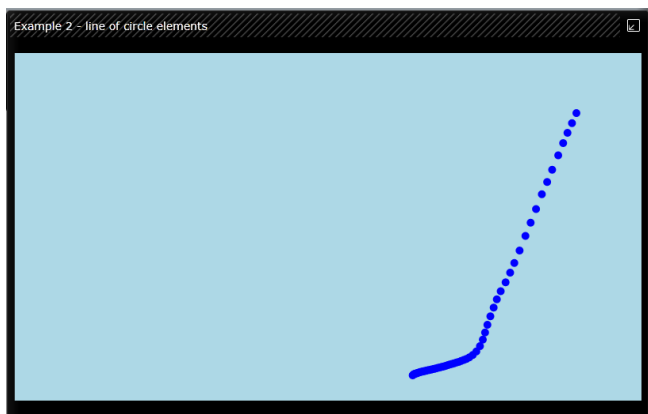


Fig. 2: Simulation of a thread

### Simulation of a rope

We now know how to visualize the motion of two mass points connected with a spring. We can consider a rope to be a line of springs connected together. When we know how to simulate two mass points, we know how to simulate a rope. We just apply the algorithm described above and calculate the position of every mass point that makes up a rope. We can simulate a rope assembled of e.g. 50 mass points connected with 49 springs. This sounds difficult but it just needs repeated application of a simple algorithm for 2 mass points and 1 spring.

The result of the simulation can be seen in the Fig. 2.

The rope created by the procedure above has very nice physical properties and we can show some nice experiments with it, such as when we omit the gravity and move one end of the rope periodically up and down we get a wave motion as seen in the Fig. 3.



*Fig. 3: Wave motion*

## **Conclusion**

Computer simulations are a great way to improve physics education. One of the possible approaches is to create them in the Microsoft Silverlight technology and to put them on a web page to allow students (and the whole world) to play with them over the Internet.

## **Literature**

[1] Masopust, P., *Možnosti počítačové podpory výuky fyziky*, rigorózní práce, Plzeň, 2007

## Pupils Mistaken Imaginings and Physical Joggler

*Kateřina Maunová, Department of General Physics, Faculty of Education, University of West Bohemia*

As soon as a child becomes a pupil, it must learn a specific subject matter by itself. Children already have some life experience and their own conception of the world around them, they regard events around them, they read, watch TV, listen to views of people around them and to views and ideas of their parents. As a result, all the composition of ideas in children produces a mosaic and causes that children come to school with incomplete or wrong concepts. Pupils' conception of a subject matter ranges from very indefinite notions about a subject matter to very clear-cut ideas of a subject matter. Pupils' conception of a subject matter is not constant, but gradually develops in time. The development depends on so many things, for example pupils' access to a subject matter, teachers' attitude to pupils, to a subject matter, development of pupils' minds, social environment, etc. Many preconceptions (pupils' rough notions) and misconception (naive and incorrect concepts of a subject matter) are deeply ingrained in children and highly resistant to any change. As I have already said, pupils' conception of a subject matter changes in time. These changes may be regarded from the point of view of psychological development or from a pedagogical point of view. As regards the psychological development approach, we can say that pupils of a specific age do not exactly understand some phenomena but they will gradually learn to understand them.

From a pedagogical point of view we can distinguish three time periods:

Pupils' conception before they learn about a subject matter at school.

Pupils' conception during education.

Pupils' conception with time distance after completing their education.

Pupils come to school and are not only empty vessels, which must be filled. Pupils already have childlike concepts and interpretations of notions and relations.

### **Preconception:**

conception before a systematic education

these are pupils' preschool and out-of-school knowledge and experience which they will learn only by themselves

naive, imperfect, primitive, temporary concepts which are the result of a random and unsystematic education

### **Conception during education:**

Pupils get at school new knowledge about notions and relations among them. The new concepts about a subject matter that they get at school will combine with what they thought before they started attending school.

Pupils do not like changes of their ideas of world and that is why it can happen that, at first interpretation of a new topic, the original preconceptions persist.

As a result, the understanding is incomplete, notions and relations are not understood correctly. This misrepresentation of a subject matter conception is called a headland-conception of a subject matter.

### **Misconception:**

incorrect or incomplete pupils' conception of a subject matter even if the interpretation there of is of quality

these misconceptions complicate or even make it impossible to understand a subject matter

### **Conception after completing education:**

For pupils the examined subject matter becomes an old subject matter which they do not need to master anymore. Teachers must get back to an old subject matter and show relations between new knowledge and everything that they have gone through. Teachers must explain to pupils the practical application and possibilities how to

use a subject matter, which are taught at schools. Pupils getting new experience develop further but the misconception is still there.

It is important for the teacher to know how to motivate pupils and attract their attention in order to teach them new knowledge cheerfully or to estimate the knowledge which they already have but which is not quite right. For pupils it is useless to learn when they do not know why they must learn it and where they can use the new information in future.

### **Physical juggler**

I would like to present you with a teaching aid, which is useful for revising notions and for fixing knowledge in physics. The aid does not require so much exact producing so that the school-children can work on it by themselves. For example: during time-piece technical education. With this aid revising can be like a game and contribute to children's knowledge more than ordinary revising of formulas and physical notions. This aid can be one of many materials for revising notions and knowledge in physics. We can use this aid at basic schools or at grammar schools. We can easily use this aid to develop new notions, quantities and relations as required by pupils or teachers.

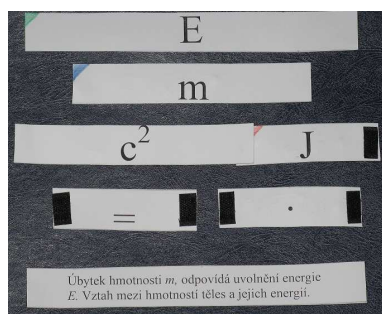
This physical aid is a composition of some boxes. Each box has a different colour because in every one of those there is another type of a terminology expression or a physical quantity. The last box has more colours and this box conceals a complex formula or a conception which is composed of the parts that are in the other boxes.



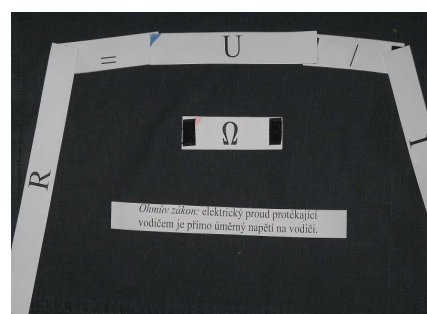
*Fig. 1: Coloured boxes*

There is also a box where a formula or a phenomenon are verbally described.

Every single slip in boxes containing a notion, a formula, a definition or an explication is equipped with connection accessories, which we can connect together and thus we can create a complex formula.



*Fig. 2: How we can connect*



*Fig. 3: Complex formula*

When pupils create a formula and put the slips together, they can flip them over. According to specific symbols on the back they can recognize, if their solution to the problem is right or wrong.



*Fig. 4: Specific symbols*

## Počítačem podporovaná výuka změn skupenství pro gymnázia

Jiří Mazurek, Gymnázium Orlová

### Úvod

Pro učitele fyziky již v současnosti existuje řada webových stránek s fyzikální tematikou zpracovanou tak, aby byla přístupná i žákům středních škol. Namátkou je možné jmenovat *Fyzweb*, *Aldebaran*, *Fyzikální web*, *Fyzika.net* a další. Většina těchto stránek je zaměřena na fyzikální aktuality, zajímavosti, pokusy, soutěže a podobně.

Multimediální výukový program *Fázové změny* se od výše jmenovaných internetových portálů zásadně liší v tom, že je to „hotový produkt“ pro výuku změn skupenství na gymnáziích, který nevyžaduje od žáků nebo učitele nic víc než připojení k internetu. Je navržen jako interaktivní učebnice tak, aby s ním žáci mohli pracovat okamžitě, a to formou samostatné práce bez výraznějšího vedení učitelem. Program je volně přístupný a lze se do něj nalogovat univerzálním heslem „student“.

Smyslem vytvoření výukového programu byla snaha o inovaci výuky fyziky a o zvýšení atraktivity fyziky jako jednoho z nejméně oblíbených školních předmětů. Vhodné spojení textu, zvuku a obrazu navíc může podle posledních výzkumů (viz např. [1] a [2]) výrazně usnadňovat učení a vést tak k lepším výsledkům ve vzdělávání.

### Popis programu

Výukový program *Fázové změny* byl vytvořen v rámci disertační práce *Počítačem podporovaná výuka fyziky v tématu fázové změny* na PŘF Ostravské univerzity a je umístěn na adrese [www.fyzika.czechian.net](http://www.fyzika.czechian.net). Funguje pod operačními systémy Windows XP a vyšších verzích, a je optimalizován pro prohlížeče Mozilla Firefox 1.5 a vyšší verze resp. Internet Explorer 6. S programem je spojena databáze MySQL, v níž se ukládají výsledky výstupního testu žáků a odpovědi na dotazník.

Program je určen žákům druhého ročníku čtyřletých gymnázií a odpovídajícím ročníkům víceletých gymnázií. Obsahuje změny skupenství s přesahem na změny klimatu (tání ledovců vlivem globálního oteplování). Rozsah jím dodané výuky je 6 až 8 vyučovacích hodin. Obsah programu byl zpracován na základě doporučené učebnice pro gymnázia [3]. Program je určen k samostatné práci žáků, ale může být použit i jako opora pro výklad učitele. Učivo k jednotlivým kapitolám je namluveno ve formátu MP3, je možné je z programu stáhnout do přehrávače MP3 (nebo jiného) a učit se tak například cestou autobusem do školy. Program může sloužit k učení i nevidomým.

### Součástí programu je registrace, login a následující kapitoly:

- Úvod aneb Jak pracovat s programem,
- Úvodní kapitola,
- Tání,
- Tuhnutí,
- Změny objemu těles při tání a tuhnutí, závislost teploty tání na tlaku,
- Sublimace a desublimace,
- Vypařování a var,
- Kapalnění,
- Fázový diagram,
- Vodní pára v atmosféře,
- Změny skupenství v praxi,
- Laboratorní práce na určení měrného skupenského tepla tání ledu,
- Pojmová mapa Fázových změn (žáci mohou být pobídnuti k tomu, aby se pokusili vytvořit svou vlastní pojmovou mapu změn skupenství),
- Interaktivní výstupní test,
- Elektronický dotazník k hodnocení programu.

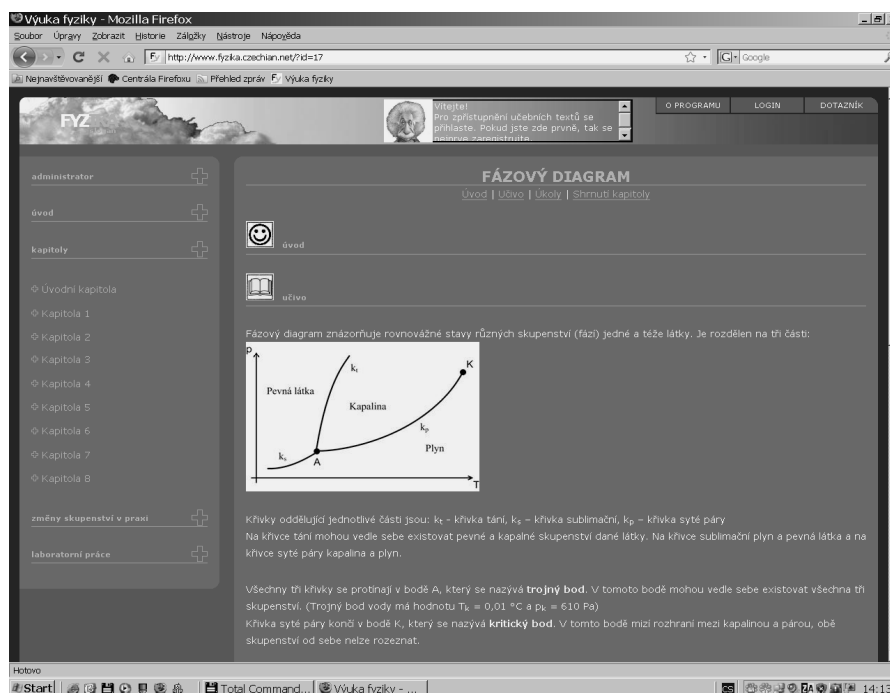
Každou kapitolu tvoří čtyři základní bloky, které jsou uvozeny ikonami a je jimi možno procházet v libovolném pořadí (je aplikován konstruktivistický přístup):

*Úvod* obsahuje vstup do dané problematiky, otázky a fotografie, které by měly podnítit zvědavost žáků a motivovat je k dalšímu učení. Funkcí *Úvodu* je motivace žáka.

*Učivo* obsahuje výukový text, fotografie, animace, videa a také odkazy na některé internetové adresy, například v elektronické encyklopedii *Wikipedia*. V programu je zařazeno celkem 22 statických obrázků, 2 vytvořené animace – tuhnutí vody a vypařování, 3 videa – kondenzace, varu vody za sníženého tlaku a regelace ledu, a odkazy na dalších 8 videí z jiných webových stránek, například na tání ledovců nebo tuhnutí vody. Funkcí *Učiva* je expozice.

*Úkoly* jsou formulovány v podobě otázek a úloh. Při tvorbě a výběru úloh byly zohledněny jednak kurikulární požadavky (RVP a požadavky CERMATu ke státní maturitě), a také bylo přihlédnuto k podobě a množství úloh ve stávající učebnici [1]. Soubor úloh v programu byl zpracován tak, aby obsahoval i problémy vyšších kategorií podle Bloomovy taxonomie kognitivních cílů, resp. taxonomie učebních úloh podle Tollingerové. Program obsahuje 25 úloh, z toho 8 výpočtových, 16 problémových a 1 experimentální (ve formě laboratorní práce na určení měrného skupenského tepla tání ledu). Ke všem úlohám je poskytnut postup při řešení a výsledek.

*Shrnutí* poskytuje přehled toho nejdůležitějšího z každé kapitoly. Slouží žákům jako opora pro samostatný zápis do sešitu a také k opakování učiva. Funkcí *shrnutí* je tedy fixace učiva.



Obr. 1: Výukový program *Fázové změny*, ukázka.

## **Ověření použitelnosti programu v pedagogickém experimentu**

Použitelnost programu byla ověřována nejprve v předvýzkumu a poté v pedagogickém experimentu, kterého se zúčastnilo cca 330 žáků 12 tříd ze čtyř gymnázií Moravskoslezského kraje (Gymnázium Orlová, Karviná, Třinec a Wichterlovo gymnázium v Ostravě)

K experimentu byly vybrány paralelní třídy druhých ročníků gymnázií vyučované týměž učitelem. Z šesti těchto paralelních tříd byla vytvořena kontrolní skupina, z šesti ostatních experimentální skupina. Žáci kontrolní skupiny se učili změny skupenství tradiční frontální výukou s převažujícím výkladem učitele, zatímco žáci experimentální skupiny se učili samostatně pomocí programu *Fázové změny* v počítačové učebně se stejným učitelem po stejný počet hodin.

Žáci obou skupin byli otestováni na vstupu pretestem a na výstupu (totožným) posttestem s 24 položkami. Na základě rozdílů skóre v obou testech byl žákům vypočten přírůstek vědomostí a dovedností v oblasti změn skupenství. Přírůstek znalostí experimentální skupiny byl o 0,26 bodu vyšší než u kontrolní skupiny (viz Tab. 1), tento rozdíl však nebyl (na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ ) statistický významný.

Skupina	$n$	$\bar{x}$	$s$	$s^2$	$max$	$min$
Kontrolní	128	6,97	3,65	13,32	15	-4
Experimentální	121	7,23	3,98	15,84	16	-4

Tab. 1: Srovnání přírůstku vědomostí a dovedností žáků kontrolní a experimentální skupiny v tématu fázové změny.

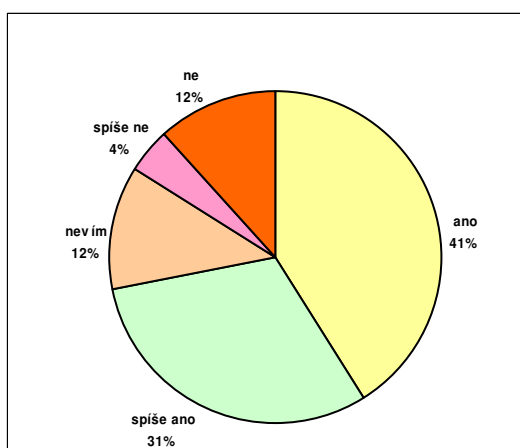
Počítačem podporovaná výuka změn skupenství realizovaná výukovým programem *Fázové změny* se tedy ukázala být stejně dobrá (v kategorii přírůstku znalostí) jako tradiční frontální výuka změn skupenství.

### Hodnocení programu žáky a učiteli

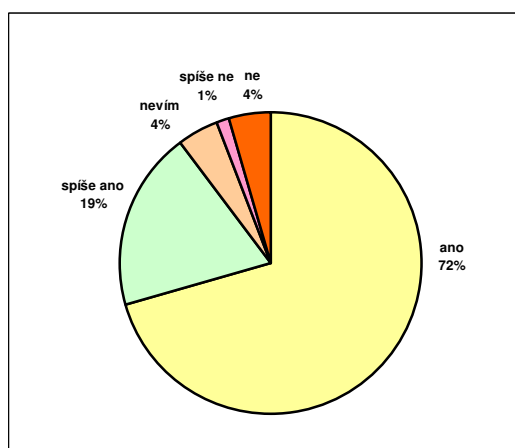
Samostatnou součástí hodnocení programu byl žákovský dotazník. Žáci hodnotili program na pětistupňové Likertově škále:

*ano – spíše ano – nevím – spíše ne – ne*

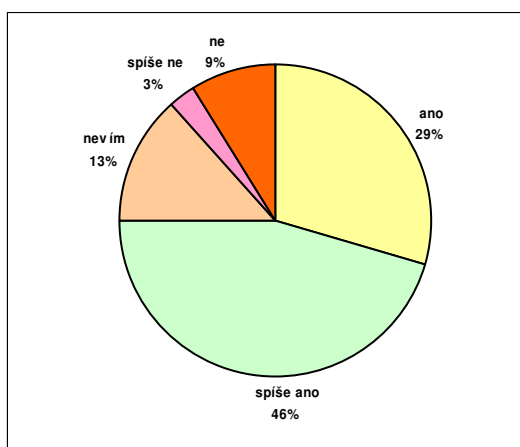
Celkem program hodnotilo 68 žáků. Výsledky hodnocení jsou zobrazeny v obrázcích 2 až 5. Hodnocení přehlednosti, ovladatelnosti a srozumitelnosti bylo výrazně kladné, hodnocení grafické úpravy programu neutrální.



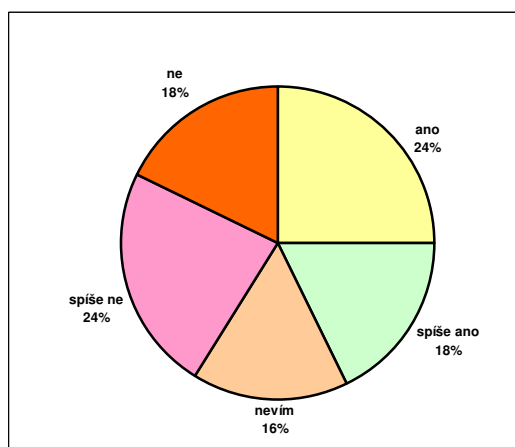
Obr. 2: „Text v programu je přehledný.“



Obr. 3: „Program se snadno ovládá.“



Obr. 4: „Učivo je v programu vysvětleno srozumitelně.“



Obr. 5: „Grafická úprava programu je dobrá.“

S vybranými žáky byly po skončení experimentu nahrány rozhovory. Žáci v nich mimo jiné hodnotili klady a zápory programu. Pozitivně se vyjadřovali především o zařazení videí, animací, obrázků a odkazů na internet. Jako zápory uváděli to, že se v případě nejasností nemohou obrátit na učitele, a také vyjadřovali názor, že žádné webové stránky ani jiný program nikdy nemohou nahradit „živého učitele.“ Celkově pak program doporučovali jako příjemné zpestření výuky fyziky.

## **Závěr**

Žáci, kteří se učili pomocí programu *Fázové změny* dosáhli v testech mírně vyššího přírůstku vědomostí a dovedností než žáci, kteří byli za jinak stejných podmínek vyučováni tradiční frontální výukou. Program tedy v reálném vyučování obstál velmi dobře.

V dotaznících žáci hodnotili program *Fázové změny* pozitivně, především pak jeho jednoduchost, ovladatelnost a srozumitelnost, a také zařazení multimediálních prvků: videí, animací a obrázků. Práce s programem se jim líbila a celkově považovali pedagogický experiment za příjemné zpestření výuky fyziky.

Program hodnotili kladně i učitelé a doporučovali jej jako vhodný doplněk výuky. Otázkou je, zda by byl prezentovaný program vhodný i pro výuku změn skupenství na základních školách, k řešení tohoto problému by byl nutný další výzkum.

Užití programu lze chápat také v intencích kurikulární reformy jako vhodný prostředek k rozvoji kompetencí k učení a řešení problémů, utváření návyků k samostatné práci a zvyšování počítačové gramotnosti žáků. Pro učitele pak jako příležitost vyzkoušet ve výuce něco nového, nezvyklého a snad i přínosného.

## **Literatura:**

- [1] Mayer, R., Moreno, R. *A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles*. Dostupné na WWW: <<http://www.unm.edu/%7Emoreno/PDFS/chi.pdf>>.
- [2] Mayer, R., Moreno, R., *A Learner-Centered Approach to Multimedia Explanations: Deriving Instructional Design Principles from Cognitive Theory*. Dostupné na WWW: <<http://imej.wfu.edu/articles/2000/2/05/index.asp>>.
- [3] Bartuška, K., Svoboda, E. *Molekulová fyzika a termika*. Dotisk, 4. vydání. Praha: Prometheus, 2008. ISBN 978-80-7196-200-7.



## The Fluxgate-Magnetometer SAM

*Marco Nelkenbrecher, Angela Fösel, Physikalisches Institut, Didaktik der Physik, Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg*

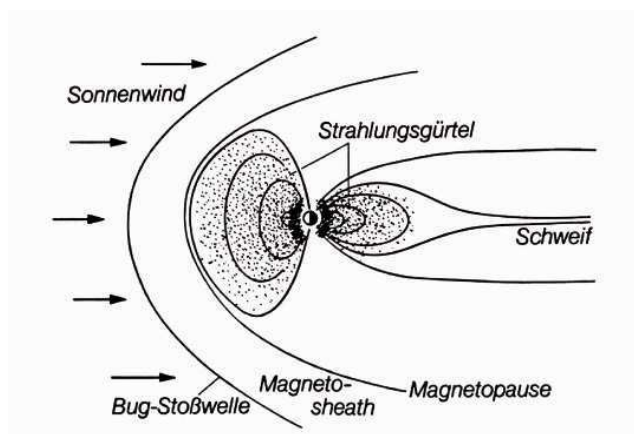
### Introduction

Polar lights are one of the fascinating phenomena in the sky. During increased solar activity<sup>1</sup> about three times a year, they can be seen from southern Germany. A way to predict these rare events would be convenient. The magnetometer Simple-Aurora-Monitor (SAM) provides this: Changes in the Earth's magnetic field are measured at a certain place and indicate polar lights (at this place). To understand the function of SAM, a basic grasp of the processes leading to polar lights is necessary.

### On the origin of polar lights

The area around our planet, dominated by the Earth's magnetic field, is called the magnetosphere; the outer border is known as magnetosheath.

The magnetosphere is closer to the Earth at the sun-facing side. On the night-side, it goes far beyond the moon's orbit, formed as a tail. The strange shape of the magnetopause comes from the interaction with the (mainly) electrically charged particles of the solar wind and from the interactions of the solar wind's magnetic field and the Earth's magnetic field. Typically, the magnetosphere is in balance with the ascendancies of the solar wind. That means that the dynamic pressure of the solar wind is in a quasistatic state with the magnetic pressure, caused by deformation of the Earth's magnetic field.



*Fig. 1: Longitudinal section of the Earth's magnetosphere. (quoting [MAG])*

The solar wind is deflected and taken around the magnetic field. With this, the sun-facing side of the magnetic field is compressed, and the other side is stretched to a tail. Sometimes this setup becomes unstable because of outer disturbances, for example when a 'particle cloud' - caused by a solar storm - reaches the magnetosphere. We call this a magnetic storm. On the sun-facing side - discussed in the model - the magnetic fieldlines are compressed much more than usual.

As seen in picture 2(a) and 2(b) the field line next to the sun rips off and is distorted to the night-side. Picture 2(c) is a snapshot of this process. The main part of the incoming particles is guided by the open field line, because the charged particles go around the field line in a coil. Some dozen Earth's radiuses behind the Earth, the inner field lines come closer to each other because of the outer pressure. They change their setup in a way shown in picture 2(d). Two new and closed fieldlines in a loop shape are formed. This process is called magnetic reconnection. The two fieldlines separate and are flung towards the Earth and back like two rubber bands. Thereby plasma is carried with the field lines, shown in picture 2(e). The loop next to the Earth reaches the Earth's surface near the poles. Because of this, the plasma taken with this field line reaches the atmosphere near the poles. The magnetosphere is a three-dimensional structure and therefore the area where the plasma intrudes is shaped like an ellipse. The interaction of the plasma particles with the higher atmosphere causes the luminous effect of polar lights. Fluctuation in the Earth's magnetic field caused by the magnetic reconnection reach some

<sup>1</sup> The new sunspot cycle started at 2007/2008, thereby the next maximum of activity will be reached till 2012/2013.

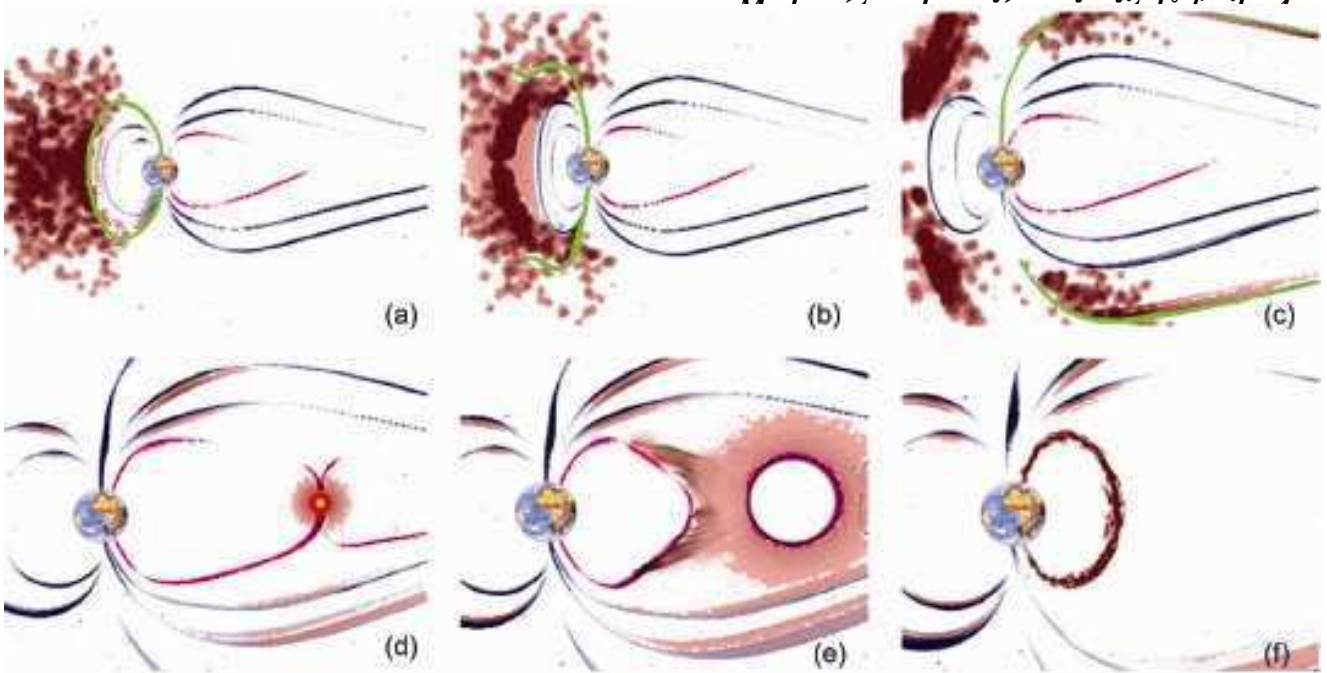


Fig. 2: Magnetic reconnection in the magnetosphere (quoting [SOH]) [Picture is not in the right scale]: (a) Surge (red) reaches the Earth. - (b) The field line nearest to the sun (green) rips off because of the dynamic pressure. - (c) The field line is distorted to the night-side and particles go beyond the Earth. - (d) The shaded, inner field-line (magenta) reconnects at the 'neutral line' (yellow). - (e) The field line has changed its setup and hurls the particles inside the van Allen-belt (shown in fig. 1 as 'Strahlungsgürtel'), towards the Earth and back. - (f) The particles reach the Earth at the poles.

hundred nanotesla at our latitude<sup>1</sup>. These fluctuations can be measured and give the opportunity to make a polar light prediction within one hour.

Now, the fluxgate-magnetometer SAM will be presented and by comparison of own measurements with the professional ones taken by the INTERMAGNET-Network<sup>2</sup>, the validity of the data will be shown.

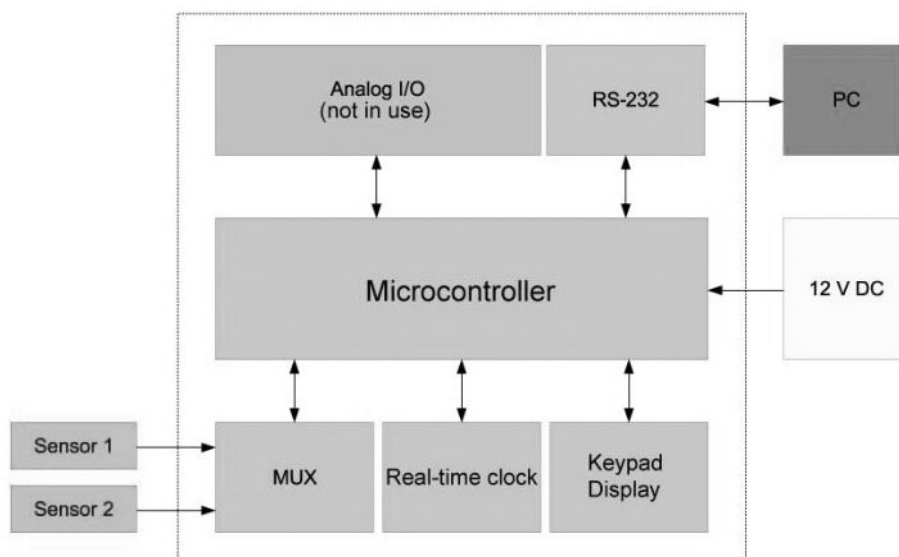
### The Fluxgate-Magnetometer SAM

The fluxgate-magnetometer project SAM was invented by the amateur radio operators Karsten Hansky and Dirk Langenbach [HL]. They built the device to predict ionisation processes in the Earth's atmosphere, which are necessary for remote radiocommunication at a frequency range up to 432 Mhz. On the other side, a prediction of polar lights should be possible with the setup. They designed a compact device which was rebuilt during a thesis and installed at the University of Erlangen-Nuernberg. Since then, the device has been running permanently.

As shown in figure 3, the main part of the SAM's electronics is a microcontroller of the brand PIC 16F877/20P, running at 16 Mhz main clock. To read out to fieldsensors, they are alternately switched to the PIC's counter by an external multiplexer (MUX). There is also an RS-232 I/O-device, a realtime clock including a backup-accu and some analog I/O-ports, but they are not used in our setup. To operate the SAM, there are four buttons; to show data and some information there is also a display. The electronics are placed in a handbox, which is shown in figure 4.

<sup>1</sup> About 54° to 48° latitude.

<sup>2</sup> Homepage [INT].



*Fig. 3: Schema of SAM's electronics. (quoting [H1])*



*Fig. 4: SAM's handbox.*

## Selection of relevant measurement categories

To describe the Earth's magnetic field at one place, we need three components to take care of the three directions in space. In Cartesian coordinates there are (compare with figure 5):

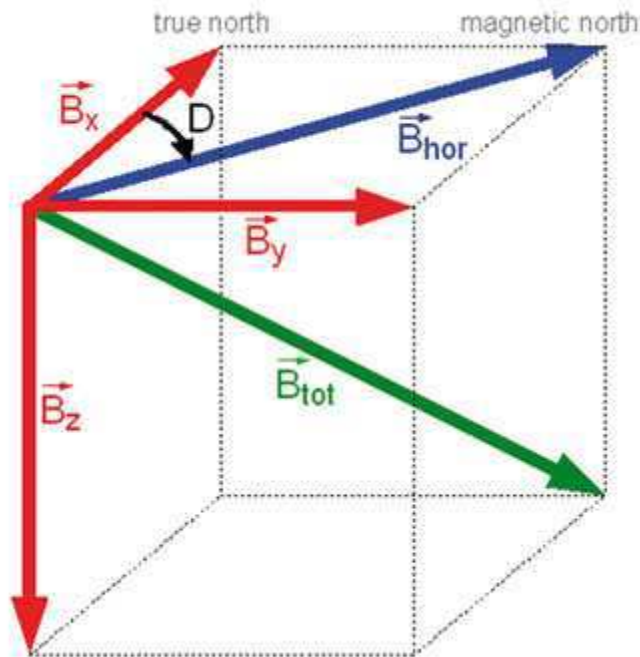


Fig. 5: Measured components (red) and calculated components (green, blue and black) of the Earth's magnetic field.

- 'Real north'  $\vec{B}_x$ , i.e. vectorial magnetic flux in geographic north-south direction.
- Eastcomponent  $\vec{B}_y$ , i.e. vectorial magnetic flux in geographic east-west direction.
- Verticalcomponent  $\vec{B}_z$ , i.e. vectorial magnetic flux rectangular to  $\vec{B}_x$  and  $\vec{B}_y$ .

From these three components, others can be calculated:

- Total intensity  $B_{tot}$ . As a vector  $\vec{B}_{tot}$  shows the direction of the Earth's magnetic field.
- Horizontal intensity  $B_{hor}$ . As a vector  $\vec{B}_{hor}$  shows the magnetic North-South direction.
- Declination  $D$ , the angle between the local magnetic field and true north.

The FAU's SAM measured the components  $\vec{B}_x$  and  $\vec{B}_z$  first, and later on  $\vec{B}_x$  and  $\vec{B}_y$ . From this  $B_{hor}$  (in the following called  $H$ ) and  $D$  are calculated.

## Documentation of test measurements

After building the SAM, the device was operating from 08.11.2006 till 09.01.2007 in a heated living room.

The chronological development of the intensity variations of the Earth's magnetic field shows sharp 'peaks': During a short period there were changes up to 100 nT. Further more, a sinus-like lapse of the graph could often be seen. (compare to fig. 6).

The authors assume that the sinus-like fluctuations can be explained by thermal effects, caused by the heating of the room. Influences coming from the whole house could be accountable for the sharp 'peaks'. Because of the massive and unexplainable interferences we searched for a alternative to the heated living room.

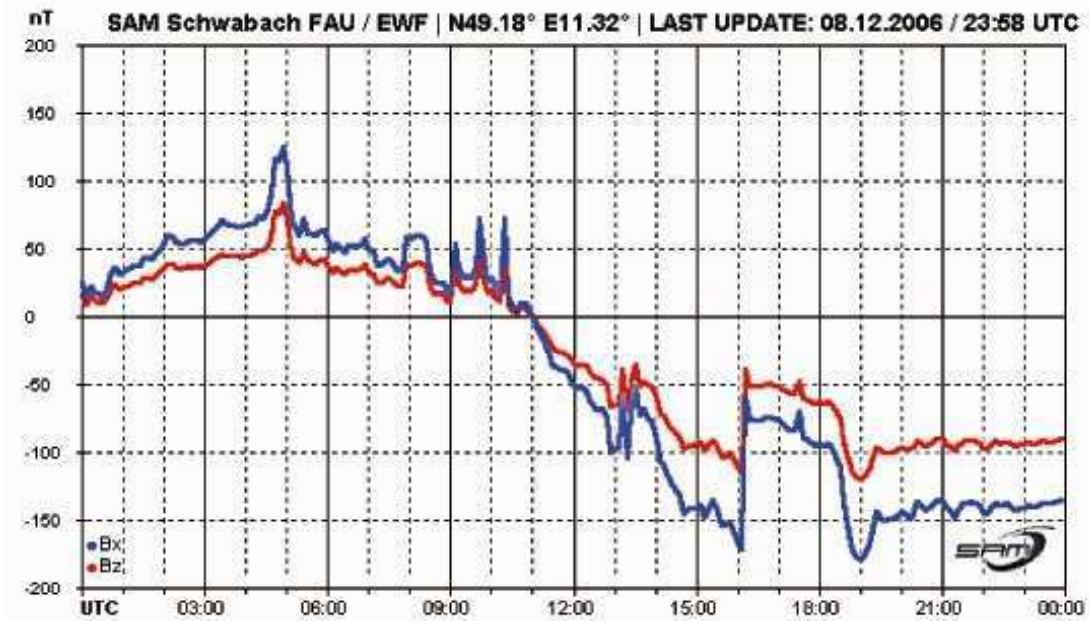


Fig.6: Typical laps of a measurement taking place in a heated living room.

On 18.01.2007 the SAM was placed to a non-heated room in the basement to eliminate the influence of heating.

None of the incidents shown before could be observed. However, very strong and excursive changes can be seen in the magnetograms. (compare to fig. 7)

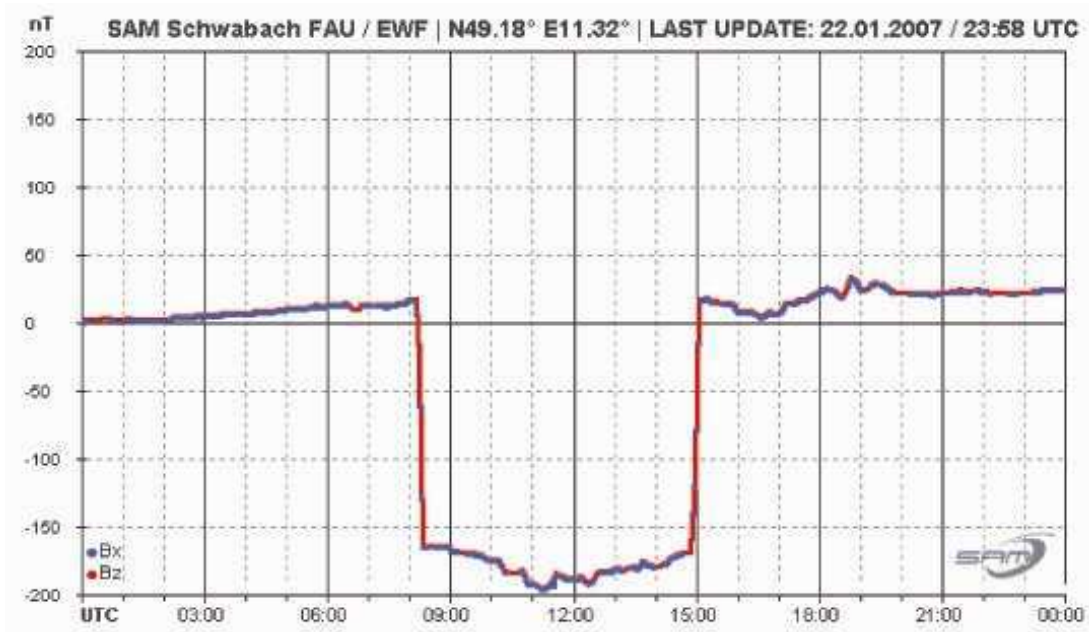


Fig.7: Influence of a car to the measurement.

These 'changes' can be correlated to one of the author's car: The automobile's metal causes a change of the local magnetic field in the dimension of about 200 nT at a linear distance of about 3,5 meter.

To avoid this influence, we searched for a room with some requirements:

- high temperature stability.
- large distance to 'magnetic disturbance sources' (like cars).
- power supply.
- connection to the internet.

Such a room was found at the *Dr. Remais observatory in Bamberg* (the astronomical institute of the Friedrich-Alexander-University Erlangen-Nuremberg) - *the old timepieces cellar*.

### Documentation of continuous measurements

Since 23.05.2007 the magnetometer has been running in continuous operation, and records changes in the Earth's magnetic field components  $B_x$  and  $B_y$ .

To show the quality of the measurements taken by the 'Bamberger SAM', a comparison between our data and the data of the INTERMAGNET-station Niemegek (Potsdam) shall be given. Exemplarily, we use the data recorded on 23.05.2007. Figure 8 shows the datasets  $B_x$  and  $B_y$ , and figure 9 shows the calculated lapse of  $dD$  (red) and  $dH$  (blue).

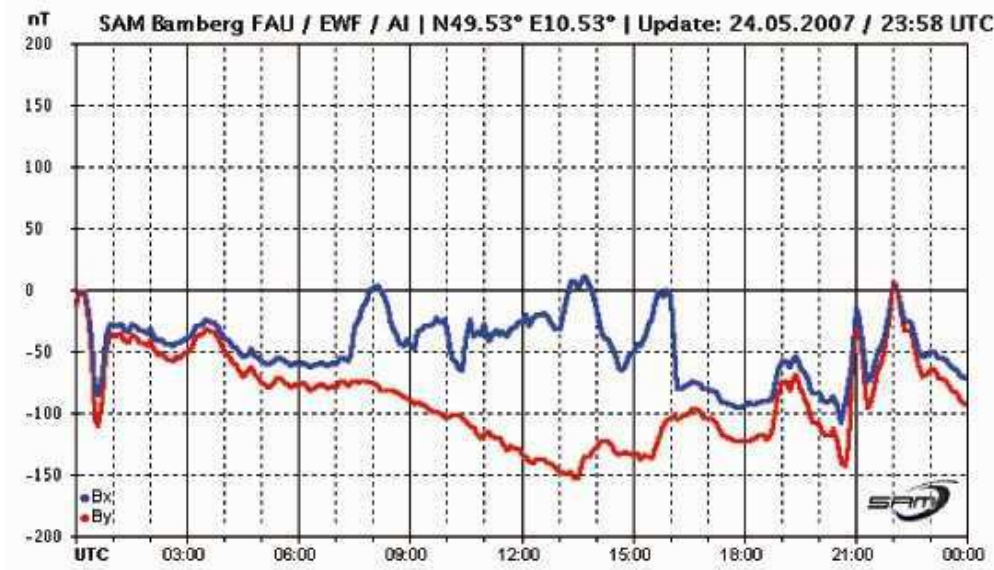


Fig.8: Measurement taken on 24.05.2007. Changes of intensity on  $B_x$  und  $B_y$ .

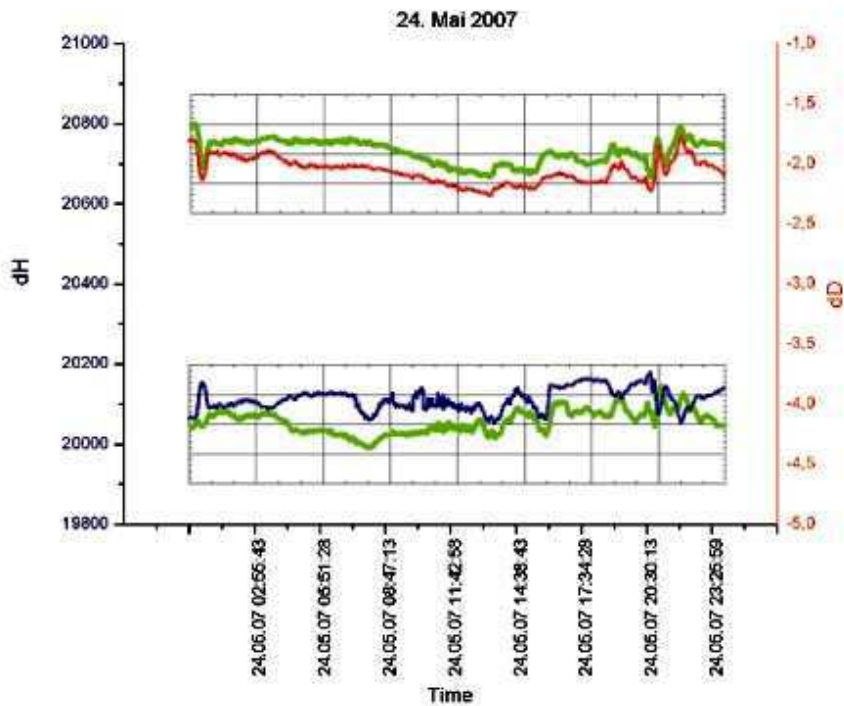


Fig.9: Measurement taken on 24.05.2007. Changes of intensity on declination  $D$  (red) and horizontal intensity  $H$  (blue). Measurements taken at Niemegek are shown in green color.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

The green plots show the data from Niemegek. The good match shows the reliability of the data taken by SAM. Small variations between the data from Bamberg and Niemegek can be explained by an areal distance of about 300 km.

### **Conclusion and Outlook**

As we could show, the magnetometer SAM is a device that can measure the Earth's magnetic field continuously with an adequate accuracy and thus gives the opportunity to forecast auroral lights.

SAM's low price of about 200 Euro is a big advantage. The influence of temperature and the limitation to only two field components are the main disadvantages.

These disadvantages can be overcome by a new modified setup. Such an extended SAM is being developed at the moment by members of the Nuremberg Astronomical Association at the Regiomontanus-observatory in Nuremberg.

### **Further information**

The thesis '*Das Fluxgate-Magnetometer SAM: Aufbau und Inbetriebnahme an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg*' can be downloaded as a PDF in German at <http://www.nelkenbrecher.net/uni/Zulassungsarbeit.pdf>.

### **Literature**

- [1] Christensen, Ulrich; Tilgner, Andreas: *Der Geodynamo*. In: Physik Journal 1 (2002), 10, S. 41–47
- [2] Gutdeutsch, Rudolf: Band 7, *Erde und Planeten*. In: Bergmann, Schaefer; Lehrbuch der Experimentalphysik. 2. Auflage. Berlin, New York 2001, Kapitel 1.4
- [3] Hansky, Karsten; Langenbach, Dirk: Homepage des SAM-Projekts. [http://www.sam-europe.de/de/main\\_de.html](http://www.sam-europe.de/de/main_de.html), Abruf: 30.09.2007
- [4] <http://www.intermagnet.org>, Abruf: 28.03.2008
- [6] Lühr, Hermann; Haak, Volker: *Das Magnetfeld der Erde*. In: Physikalische Blätter 56 (2000), Nr. 10
- [7] <http://technolog.it.umn.edu/technolog/novdec97/cover.html>, Abruf: 28.10.2006
- [8] SOHO (ESA & NASA): Animation of a coronal mass ejection leaving the Sun, slamming into our magnetosphere. <http://sohowww.nascom.nasa.gov/gallery/Movies/recon/recon.mpg>, Abruf: 28.06.2007
- [9] Vorbach, Tobias; Herrmann, Friedrich: *Der Geodynamo*. In: Praxis der Naturwissenschaften 52 (2003), Nr. 6, S. 33–38

## Jaké cíle experimentování preferují učitelé fyziky na základní škole

Petr Novák, PdF, MU, Brno

### Úvod

Provádění experimentů – experimentování v hodinách fyziky je jedním z nejnázornějších didaktických prostředků, které může učitel fyziky použít při probírání daného tematického celku učiva fyziky. V oblasti didaktiky fyziky, která je hlavním okruhem našeho zájmu, se soustředíme právě na experimentování v hodinách fyziky na základních školách. Jednou z metod pedagogického výzkumu, kterou jsme vybrali pro analýzu experimentování v hodinách fyziky na základních školách, je polostrukturované interview.

Cílem příspěvku je prezentovat výsledky výzkumné studie, v níž bylo využito polostrukturovaného interview. Hlavní oblastí, na kterou byl výzkum zaměřen, jsou cíle experimentování, které preferují učitelé fyziky na základní škole ve výuce. Pro zvolený kategoriální systém, podle kterého byla provedena analýza, jsou v příspěvku popsány výsledky této výzkumné studie.

### Teoretická východiska – cíle experimentování ve fyzice

V oblasti přírodovědného vzdělání je v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (2005) ve spojitosti s cíli uvedeno následující: „...hlouběji porozumět zákonitostem přírodních procesů, a tím si uvědomovat i užitečnost přírodovědných poznatků a jejich aplikaci v praktickém životě. Zvláště významné je, že při studiu přírody specifickými poznávacími metodami si žáci osvojují důležité dovednosti ...pozorovat, experimentovat a měřit, vytvářet a ověřovat hypotézy o podstatě pozorovaných přírodních jevů, analyzovat výsledky tohoto ověřování a vyvozovat z nich závěry“. (RVP ZV, 2005, s. 43).

Z pohledu výzkumu je žádoucí sledovat, jaké cíle spojují s výukou přírodovědných předmětů učitelé v praxi. Na tuto otázku byl zaměřen výzkum (Janík 2007), na něhož zde navazujeme. Klademe si otázku, jaké cíle učitelé spojují s experimentováním ve výuce fyziky? V rovině teoretických východisek se námi provedená výzkumná studie opírá o pojem učitelovo pojetí výuky (srov. Mareš, Slavík, Svatoš, Švec 1996), resp. zaměřuje se na to, jak učitelé pojmají cíle experimentování ve výuce fyziky.

### Cíl a metodický postup výzkumné studie

Výzkumná studie zaměřená na cíle experimentování ve fyzice se opírá o interview realizovaná Centrem pedagogického výzkumu v Brně na PdF MU. Výzkumná otázka, kterou jsme si ve spojitosti s touto analýzou položili, je tohoto znění: *Jaké cíle učitelé spojují s experimentováním ve výuce fyziky?*

Analýza polostrukturovaných interview je součástí projektu nazvaného *CPV videostudie fyziky (Janík a kol. 2008)*. Videostudie se účastnilo 13 učitelů fyziky, interview bylo pořizeno s 11 učiteli (5 žen, 6 mužů), všichni mají aprobaci pro výuku fyziky na 2. stupni základní školy. Délka pedagogické praxe učitelů je mezi 1 až 28 lety. S 10 učiteli bylo pořizeno interview LINT (viz příloha 1), jeden učitel odpověděl písemnou formou prostřednictvím elektronické pošty. Interview byla nahrávána na digitální diktafon a posléze transkribována v softwaru *Videograph*. Pro kódování výroků učitelů bylo použito kategoriálního systému LINT, který byl zkonstruován v Institutu pro didaktiku přírodních věd (IPN) v německém v Kielu (Müller 2004). Scénář interview LINT byl se svolením autorů přeložen do českého jazyka a námi využíván (Janík 2007). Část popisující problematiku cílů experimentování je obsažena v příloze 1. Obsahové vymezení jednotlivých (sub)kategorií je obsaženo v příloze 2.

### Výsledky analýzy

Níže jsou prezentovány výsledky výzkumné studie; učitelé jsou zde označeni písmeny A–L (Janík a Miková 2006). Kódování probíhalo tak, že interview bylo pročítáno postupně větu po větě a jestliže se objevilo tvrzení spadající do jedné ze (sub)kategorií systému LINT, bylo následujícím způsobem zakódováno (0 = nevyskytlo se; 1 = vyskytlo se). Tabulka 1 prezentuje výsledky kódování a je doplněna grafem 1.

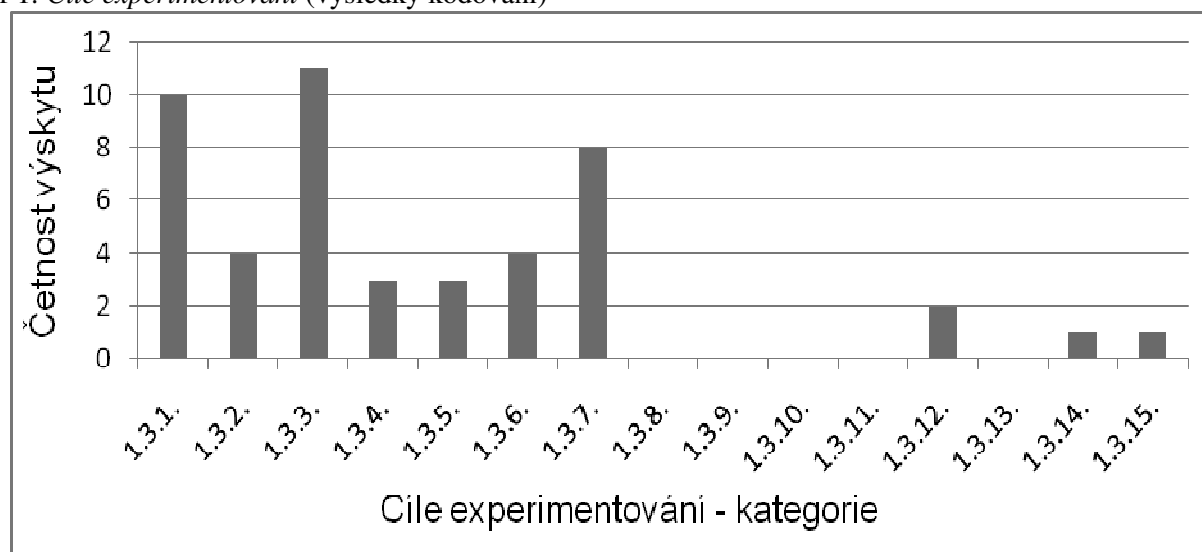


## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

Tab. 1: Cíle experimentování (výsledky kódování)

	Učitel:										
	A	B	C	E	F	G	H	I	J	K	L
1.3.1. Prezentování jevu	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1.3.2. Znázornění fyzikálních konceptů a zákonů, utváření fyzikálních představ	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0
1.3.3. Kvalitativní nebo kvantitativní ověření teoretických výpovědí	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.3.4. Přímá zkušenost s fyzikálními zákonitostmi	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
1.3.5. Utváření základních praktických zkušeností	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1.3.6. Ověření a proměna žákovských představ	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
1.3.7. Ukázat fungování fyziky v technice a v běžném životě	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
1.3.8. Návčiv fyzikálních myšlenkových a pracovních postupů	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.3.9. Příležitost k autonomnímu učení	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.3.10. Ukázat význam experimentu v kulturní historii lidstva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.3.11. Zprostředkování epistemologických a teoretických aspektů	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Učitel:										
	A	B	C	E	F	G	H	I	J	K	L
1.3.12. Zprostředkování překvapujících dojmů	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
1.3.13. Podněty k přemýšlení při opakování a prohlubování	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.3.14. Vzbudit motivaci a zájem	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1.3.15. Zábava a kompenzace	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Graf 1: Cíle experimentování (výsledky kódování)



## Jaké cíle učitelé spojují experimentováním ve fyzice?

Z uvedené tabulky a grafu obsahující výsledky naší analýzy je zřejmé, že největší zastoupení ve spojitosti s cíli experimentování má kategorie kvalitativní nebo kvantitativní ověření teoretických výpovědí. Učitel H vypověděl následující: „...takže to dáváme do takových bloků, spíše do laboratorních prací nebo vytvoříme blok, kde to spíše dělají děcka, zkusí si se stavebníci, mají více možností“. Učitel C uvedl: „...když to dostanou do rukou, tak možná si ten vztah mezi tou realitou a nějakým matematickým modelem toho jevu dokážou asi už mnohem více představit“.

Deset učitelů zmínilo, že cíle experimentování spojuje s demonstračním experimentem předváděným učitelem, který znázorňuje určitý fyzikální jev. Výroky těchto učitelů spadají do kategorie prezentování jevu. Učitel I vysvětluje takto: „... U mě převládají demonstrační, tzn., že ve většině případů já si nachystám ukázkový pokus, na kterém to ukážu, vysvětlím a pak si to zapíšeme“. Učitel C se vyjadřuje následovně: „... pokud já udělám nějaký frontální pokus a oni to uvidí, jak to funguje ve skutečnosti, já s tím manipuluju, tak to pochopí možná ještě lépe“. Učitel E uvedl: „... Je to vždycky demonstrační pokus, tedy navodím určitou situaci“.

Osm učitelů uvedlo informace zařazené svým obsahem do kategorie ukázat fungování fyziky v technice a v běžném životě, učitelé zmínili následující: „... Aby si to dali do souvislosti s každodenním životem a aby si to našli v tom, s čím se setkávají na ulici, doma, ... že díky elektrickému proudu jim doma svítí žárovka nebo zářivka, že mají světlo. Takže z toho se dá vycházet a potom ještě se dá vycházet na tom, co už znají...“ uvádí učitel I.

U čtyř učitelů se vyskytla kategorie znázornění fyzikálních konceptů a zákonů, utváření fyzikálních představ, například v tomto znění poukazuje učitel H „... a pak už mají protokoly připraveny, když už jenom doplňují ty údaje, co naměří, nebo si to připraví sami, ale většinou hodinu před samotným laborkama a pak už pracují samostatně v těch skupinách po čtyřech, pěti“.

Kategorii ověření a proměna žákovských představ vyslovili čtyři učitelé, učitel H: „... No, tak samozřejmě si nachystám pokus a dávám jim otázky, co si myslí, že se stane, jdeme po krocích a pak jim ukážu, jak to dopadne a jestli měli pravdu, nebo neměli, ... no, dávám jim tu možnost odhadnout, někdy dělám, že to nejdříve proberu a pak si ukazujeme pokusy“. Učitel J uvádí: „... protože žáci mají určité představy a tím, že jim ty pomůcky projdou rukama, tak oni si mohou jakoby ohmatat ty pomůcky a projde jim to očima, ušima a teď i rukama takže vlastně ten jev mohou zhodnotit více smysly z více stran“.

Tři učitelé uvedli informace spadající do kategorie **přímá zkušenost s fyzikálními zákonitostmi**, učitel J uvádí „... tak nosili autíčka, nebo dokonce staré bloky jako hodiny na natahování jako šperky, takže se snažíme, aby doma našli pomůcky do fyziky a potom nám je předvedli ve škole ty svoje pomůcky, nebo ty svoje předměty“.

Tři z učitelů poukázali na pojmy spojené s kategorií **utváření základních praktických zkušeností**, učitel A: „... Tak mě se třeba osvědčilo tady vyrábět ty potápěče (karteziánek pozn. autora), myslím si, že tam jim to nabízí to, co ta škola běžně nabízí, že mají nejen řadu výsledků, ale také řadu cest ke každému z těch výsledků“.

U dvou učitelů se objevila kategorie **zprostředkování překvapujících dojmů**, učitel K uvádí „... že jsou věci různě těžké, že nemohou stejně dopadnout na zem, že vlastně vzduchem, nebo tak něco. Dá se toho využít k tomu překvapení, a oni si o to více zapamatují“. Nebo výrok učitele C: „... za každou cenu navázat pozornost, aby se všichni koukali na mě, co já tam dělám, co já tam ukazuju, opakuju ho několikrát“.

Jeden učitel poukázal jev, který spadá do kategorie **vzbudit motivaci a zájem**, uvedl, že: „... tak ten experiment se vždycky musí nějakým způsobem nachystat, většinou není úplně nachystaný, musíte ho nejdříve přinést do té třídy, to má takový motivační prvek“.

U jednoho učitele se vyskytla kategorie **zábava a kompenzace**, učitel C poukázal: „... tak žáky nechám dělat páku, tzn. takže z toho uděláme takovou show, aby z toho děcka měli srandu, většinou je nechám dělat holky s kluky, aby to bylo zajímavější a bylo to gendrově překvapivé, takže takové věci“.

Cíle experimentování, které charakterizují kategorie: nácvik fyzikálních myšlenkových a pracovních postupů, příležitost k autonomnímu učení, ukázat význam experimentu v kulturní historii lidstva, zprostředkování epistemologických a teoretických aspektů a podněty k přemýšlení při opakování a prohlubování, nebyly učiteli vůbec zmíněny.

## **Závěry a diskuse**

Z uvedené analýzy zaměřené na cíle experimentování ve výuce fyziky na základní škole je zřejmé, že učitelé cíle experimentování spojují s kvalitativní ukázkou daného fyzikálního jevu, jedná-li se o demonstrační experiment. V případě žákovského experimentu je s ním spojený cíl soustředěn na praktickou dovednost žáků spojenou s kvalitativním a kvantitativním přínosem provedení daného experimentu. Učitelé fyziky si dávají při provádění experimentů za cíl také spojovat fyzikální poznatky s každodenní praxí a praktickým životem. Dalšími cíli jsou vytvářet zkušenost s fyzikální zákonitostí, s praktickou zkušeností a proměnou žákovských představ.

Pokud se podíváme na soustavu dílčích cílů spjatých s experimentováním ve výuce fyziky na základní škole [6], pak náš výzkum nastolil další výzkumné otázky jako:

- Jsou správně a dostatečně zastoupeny všechny potřebné dílčí cíle spjaté s experimentováním?
- Jak dílčí cíle spjaté s experimentováním přispívají k plnění základních vzdělávacích cílů výuky?
- Jak jsou aplikovány dílčí cíle spjaté s experimentováním a s fázemi výuky?
- Na tyto a další otázky se budeme snažit odpovědět v našem dalším výzkumu.

## **Literatura**

- [1] Janík, T., Míková, M. *Videostudie: Výzkum výuky založený na analýze videozáznamu*. Brno: Paido, 2006. ISBN 80-7315-127-8.
- [2] Janík, T. Cílová orientace výuky fyziky: exkurz do subjektivních teorií učitelů. *Pedagogická orientace*, 2007, roč. 17, č. 1, s. 12–33. ISSN 1211-4669.
- [3] Janík, T.; Janíková, M.; Najvar, P.; Najvarová, V. *Pohledy na výuku fyziky na 2. stupni základní školy: souhrnné výsledky CPV videostudie fyziky*. *Orbis scholae*, 2008, roč. 2, č. 1, s. 29–52.
- [4] Müller, CH. T. *Subjektive Theorien und handlungsleitende Kognitionen von Lehren als Determinanten schulischer Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht*. Berlin: Logos Verlag, 2004.
- [5] *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: VÚP, 2005.
- [6] Trna, J. *Fyzika v jednoduchých pokusech*. In *DIDFYZ 2004. Information and Communication Technologies in Physics Education*. Nitra (Slovensko): FPV UKF a pob. JSMF v Nitre, 2005. s. 167–171. ISBN 80-8050-810-0.

**Příloha 1:** Scénář interview LINT (Müller, 2004; přeložil a upravil T. Janík)

Téma: K roli experimentů ve výuce fyziky (Janík 2007)

(1)	Jaký druh experimentu upřednostňujete: demonstrační nebo žákovský? Proč?
(2)	Mohl(a) byste na příkladu ze své výuky popsat, jak většinou používáte demonstrační experiment// žákovský experiment? Jakou roli zde hraje experiment?
(3)	Můžete stručně shrnout, co z toho, co experiment nabízí, považujete za obzvláště důležité?

**Příloha 2:** Kategoriální systém LINT (Müller, 2004; přeložil P. Novák a upravil T. Janík)

1. Cíle výuky

Kategorie	Subkategorie	Obsahové vymezení
1.3. Cíle experimentování	1.3.1. Prezentování jevu	Učitel uvádí, že znázorní fyzikální jevy pomocí experimentu.
	1.3.2. Znázornění fyzikálních konceptů a zákonů, utváření fyzikálních představ	Učitel uvádí, že žákům pomocí experimentů znázorní fyzikální zákony nebo že se pokusí znázornit fyzikální jevy, nebo že umožní žákům samotným provádět experimenty, aby poskytl žákům příležitosti k vytvoření fyzikálních představ.
	1.3.3. Kvalitativní nebo kvantitativní ověření teoretických výpovědí	Učitel uvádí, že dá žákům příležitost, aby si sami ověřili zákony pomocí experimentů a měření.
	1.3.4. Přímá zkušenost s fyzikálními zákonitostmi	Učitel uvádí, že se pokusí žákům ukázat to, aby žáci zakusili fyziku prostřednictvím experimentování.
	1.3.5. Utváření základních praktických zkušeností	Učitel uvádí, že nechá žáky provést experimenty, aby se naučili zacházet s fyzikálními přístroji a učebním materiálem.
	1.3.6. Ověření a proměna žákovských představ	Učitel uvádí, že nechá žáky provést experimenty, aby si zdůvodnili anebo změnili své každodenní představy.
	1.3.7. Ukázat fungování fyziky v technice a v běžném životě	Učitel uvádí, že spojuje experimenty s možnostmi jejich využití v každodenním životě anebo technice.
	1.3.8. Návuk fyzikálních myšlenkových a pracovních postupů	Učitel uvádí, že informuje žáky o metodách/způsobech myšlení a práce ve fyzice, nebo to považuje za důležité a nacvičuje to s žáky.
	1.3.9. Příležitost k autonomnímu učení	Učitel uvádí, že většinou provádí experimenty, aby si žáci mohli ověřit představy nebo získané vědomosti uvést do praxe. Je patrné, že experiment slouží k tomu, aby ověřil teorie, hypotézy nebo prognózy, odůvodnil souvislosti funkcí nebo našel přístupy k vysvětlení určitých jevů.
Kategorie	Subkategorie	Obsahové vymezení

#### *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4*

	1.3.10. Ukázat význam experimentu v kulturní historii lidstva	Učitel uvádí, že informuje žáky o historickém vývoji ve fyzice.
	1.3.11. Zprostředkování epistemologických a teoretických aspektů	Učitel uvádí, že zkusí žákům zprostředkovat představu o procesech získávání vědeckých poznatků.
	1.3.12. Zprostředkování překvapujících dojmů	Učitel uvádí, že se pokusí provést nebo předvést experimenty, které jsou pro žáky obzvlášť překvapující nebo působivé.
	1.3.13. Podněty k přemýšlení při opakování a prohlubování	Učitel uvádí, že žákům pomocí experimentů umožní získané znalosti použít nebo zopakovat a prohloubit.
	1.3.14. Vzbudit motivaci a zájem	Učitel uvádí, že experimenty většinou provádí, aby probudil u žáků zájem o téma nebo je motivoval ke spolupráci.
	1.3.15. Zábava a kompenzace	Učitel uvádí, že často provádí experimenty, aby učinil vyučování napínavější, aby nabídl žákům změnu nebo aby měli žáci co dělat, aby se změnila forma práce, aby byla udržena kázeň, aby se postaral o klid/vyrovnanost, aby se uvolnilo napětí.

## Jak žáci středních škol rozumí učivu elektromotorů pomocí ICT

Ivo Novák, Ostravská univerzita v Ostravě

Jaroslav Šafránek, Západočeská univerzita v Plzni

Petr Wyslych, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

### ÚVOD

Výuka pomocí ICT pronikla postupně do všech oblastí vzdělávání. Ovlivňuje organizaci výuky, učení se, úlohu učitele a žáka, vedení školy a třídy, sehrává důležitou roli ve vzdělávání žáků. Příchod internetu umožnil učitelům i žákům využívat ICT v každodenní práci. Webové stránky představují graficky orientované zpracování informací využívajících formátovaný text, obrázky, animace a hypertextové odkazy, přispívají ke snadnější orientaci čtenáře. Umožňují pracovat s interaktivním uživatele přitahujícím materiálem, který je k dispozici nezávisle na čase a místě. Jednou z možností, jak využívat ICT ve výuce, je elektronická internetová učebnice. **Příspěvek je zaměřen na oblast výzkumu osvojení učiva o elektromotorech u žáků na středních školách.** Hodnotí vliv elektronické internetové učebnice [www.emotor.cz](http://www.emotor.cz) na výsledky osvojení vědomostí a dovedností o elektromotorech a na postoj žáků k této formě výuky. Předkládá návrhy na strukturu učiva, metodiku výuky a učební materiál v oblasti realizace výuky elektromotorů na středních školách s využitím ICT.

Výuka elektromotorů v systému českého školství je podle současně platných kurikulárních dokumentů zařazena do **středního školství** – gymnázií, středních odborných škol, středních odborných učilišť a středních integrovaných škol. Výuce elektromotorů se však **nevěnuje dostatečná pozornost a rozsah učiva se mnohdy výrazně liší ve srovnání se stejným typem školy a oboru.** Tento stav je způsoben jednak tím, že teorie elektromotorů **není dosud jednoznačně specifikována učebními osnovami,** a jednak tím, že teorie elektromotorů **nebývá součástí obsahu dnešních učebnic.** Řešení nabízí připravovaný RVP pro obory vzdělání v elektrotechnice a technických lyceí, které řadí elektromotory mezi výsledky vzdělání v rámci učiva elektromagnetická indukce a elektrické pohony.

### CÍL A PŘÍPRAVA VÝZKUMU

Současná situace ve výuce elektromotorů na středních technických školách inspirovala k výzkumu s cílem zjištění vlivu navržené elektronické internetové učebnice na výsledky osvojení učiva o elektromotorech a na postoj žáků k této formě výuky.

K realizaci výzkumu bylo zapotřebí splnit tři dílčí cíle: 1) připravit elektronickou internetovou učebnici o elektromotorech pro střední školy, 2) ověřit, zda dosažené výsledky získaných vědomostí a dovedností žáků v experimentálních třídách jsou lepší, nebo horší než ve třídách kontrolních, 3) zjistit, jak byl ovlivněn postoj žáků k výuce po probrání učiva o elektromotorech s použitím elektronické internetové učebnice. Ve výzkumu byly sledovány tyto problémy: 1) jak jsou ovlivňovány vědomosti a dovednosti žáků při použití elektronické internetové učebnice jako formy výuky, 2) jak jsou ovlivňovány názory žáků při využití elektronické učebnice na význam jednotlivých prvků učebního materiálu, 3) jak jsou ovlivňovány postoje žáků při využití elektronické učebnice k vyučovanému předmětu.

Teoretickými východisky práce byly literatura poskytující odborné informace o postupech a metodách pedagogického výzkumu, odborná literatura z oblasti pedagogiky, didaktiky fyziky a pedagogické psychologie, kurikulární dokumenty, učebnice fyziky pro střední a vysoké školy a odborné technické publikace z oblasti elektromotorů uvedené v použité literatuře.

### NAVRŽENÉ PEDAGOGICKÉ MATERIÁLY

Požadavky na obsah a strukturu učebního materiálu **vycházely ze současných i připravovaných kurikulárních dokumentů a z výsledků předvýzkumu** zjištění problémových oblastí v osvojování vědomostí a dovedností o elektromotorech u žáků na středních školách. Požadavky na formu učebního materiálu vycházely z myšlenky poskytnout žákům to, co klasický učební text a zápisky nemohou běžně nabídnout. Jednalo se zejména o **elektronický text** s možností individuálního nastavení formátu a velikosti, **hypertextový odkaz** propojující jedno místo s jiným místem uvnitř, nebo mimo elektronickou učebnici (např. odkazy na další informace dostupné na internetu), **vektorový obrázek** s možností nastavení zobrazení a velikosti, **vektorové animace** představující dynamickou interpretaci grafiky s možností nastavení rychlosti, zobrazení a velikosti a **online umístění** poskytující neomezenou dostupnost v síti Internet.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

Podle uvedených požadavků na obsah, strukturu a formu učebního materiálu vznikla elektronická internetová učebnice vytvořená prostřednictvím HTML a PHP kódu v kombinaci s JavaScripty, které nabízejí společně s hypertextovými odkazy velmi snadnou orientaci a uživatelsky velmi zajímavé prostředí s možností použití **interaktivní dotykové tabule**. Elektronická internetová učebnice umožňuje vyučujícímu skrývat ty části učiva, ke kterým se snaží společně s žáky odvozením dospět nebo v případě početní úlohy vypočítat, a naopak rozkrývat ty části učiva, které již byly probrány, nebo správně vypočteny. Prostor elektronické internetové učebnice nabízí také řadu obrázků a animací, pro jejichž výklad mohou být kdykoli zobrazeny v celoobrazovkovém režimu, pozastaveny nebo přiblíženy jakékoli jejich části. Požadavku na online dostupnost elektronické internetové učebnice se podařilo vyhovět umístěním do sítě Internet pod registrovanou doménu [www.emotor.cz](http://www.emotor.cz), kde je trvale všem k dispozici.

### REALIZACE VÝZKUMU

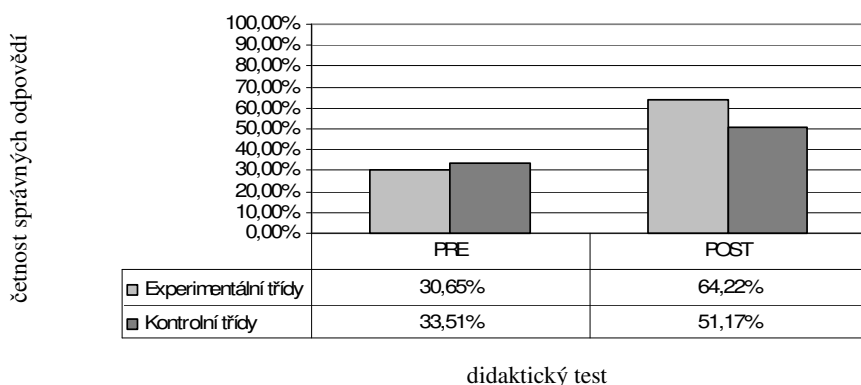
Výzkum proběhl ve školním roce 2007/2008. Do výzkumu byly zapojeny celkem čtyři střední školy v Moravskoslezském kraji. Výuka elektromotorů byla zařazena do druhých a třetích ročníků studia. Na každé škole **byly stanoveny experimentální a kontrolní třídy** s celkovým počtem 177 žáků, z toho 89 žáků v experimentálních třídách a 88 žáků v kontrolních třídách.

Celý výzkum proběhl ve dvou etapách: **první etapa výzkumu (PRE)** hodnotila vědomosti, které již žáci měli osvojeny z dřívějšíka, ještě **před probráním učiva** o elektromotorech, a **druhá etapa výzkumu (POST)** hodnotila přírůstek, resp. úbytek vědomostí **po probrání učiva** elektromotorů. V celém výzkumu byla trvale používána technika práce se **dvěma paralelními třídami**. Žáci tříd experimentálních představovali **experimentální soubor**, žáci tříd kontrolních představovali **kontrolní soubor**. Ve třídách experimentálních i kontrolních vyučoval vždy **stejný vyučující**, aby byla zajištěna **paralelnost skupin**. Forma výuky pomocí **elektronické internetové učebnice** o elektromotorech pro střední školy byla použita pouze ve třídách experimentálních, ve třídách kontrolních probíhala výuka standardně s použitím běžného **učebního textu a zápisků**.

Jako hlavní výzkumná metoda byl zvolen **pedagogický experiment – metoda ověřování stanovených hypotéz**. Ve výzkumu bylo použito **dotazníku** zjišťujícího osobní názory a postoje žáků k předmětu, v němž jsou elektromotory vyučovány, a k ostatním předmětům, které se žáci ve škole učí, a **kritériálního didaktického testu** zjišťujícího znalosti a dovednosti v oblasti elektromotorů.

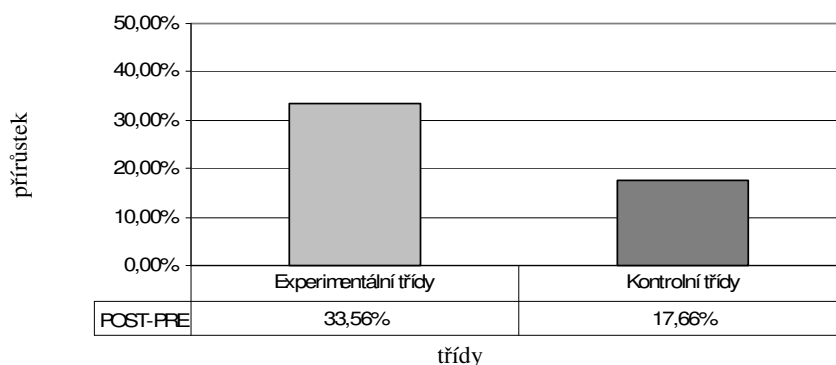
### VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ VÝZKUMU

Po zpracování všech **PRE a POST kritériálních didaktických testů** u žáků v experimentálních a kontrolních třídách byly postupně vyhodnoceny jednotlivé položky testu v jednotlivých třídách, v experimentálních a kontrolních třídách, v jednotlivých školách a celkově (Graf 1, Graf 2). Výsledky výstupní úrovně a přírůstku vědomostí a dovedností byly statisticky vyhodnoceny pro jednotlivé třídy a celkově.



Graf 1: Celkové vyhodnocení didaktických PRE a POST testů

Z výsledků PRE didaktických testů v jednotlivých školách vyplynulo, že míra vědomostí, které měli žáci osvojeny již z dřívějšíka, ještě **před probráním učiva** o elektromotorech, dosahuje u žáků v experimentálních třídách průměrného výsledku 30,65 % a u žáků v kontrolních třídách 33,51 %. Z výsledků POST didaktických testů v jednotlivých školách vyplynulo, že míra vědomostí, které měli žáci osvojeny **po probrání učiva**, dosahuje v experimentálních třídách průměrného výsledku 64,22 % a v kontrolních třídách 51,17 %.



Graf 2: Vyhodnocení celkového přírůstku didaktických testů (POST–PRE)

Vyjádříme-li **přírůstek vědomostí a dovedností žáků celkově za všechny školy**, dojdeme k průměrnému výsledku 33,56 % v experimentálních třídách a 17,66 % ve třídách kontrolních. Z těchto výsledků vyplývá, že experimentální soubor zastoupený žáky v experimentálních třídách vyučovaných podle navržené elektronické internetové učebnice dosáhl o **15,89 % lepších výsledků** než kontrolní soubor zastoupený žáky v kontrolních třídách vyučovaných podle běžného učebního textu a zápisků. Tento celkový rozdíl přírůstku vědomostí a dovedností mezi experimentálním a kontrolním souborem je na hladině významnosti 5 % statisticky významný a lze tedy konstatovat, že při použití elektronické internetové učebnice o elektromotorech na středních školách dosáhli žáci v experimentálních třídách **vyšší výstupní úroveň a vyššího přírůstku vědomostí a dovedností v učivu o elektromotorech** než žáci ve třídách kontrolních.

V období výzkumu, kdy se žáci experimentálních tříd připravovali na výuku prostřednictvím elektronické internetové učebnice dostupné na [www.emotor.cz](http://www.emotor.cz), probíhal také komplexní **monitoring a analýza** návštěvnosti těchto webových stránek. Ze statistických údajů vyplynulo, že v období výzkumu byla elektronická internetová učebnice použita více jak 1000krát, po průměrnou dobu 10 minut, což je celkem bezmála 200 hodin. Za zmínku stojí použití učebnice během dne, kdy byla statisticky nejnavštěvovanější v době od 16. do 17. hodiny, kdy lze předpokládat, že byla používána žáky ke **samostudiu a přípravě na výuku**.

Po zpracování **dotazníků** v experimentálních a kontrolních třídách byly vyhodnoceny položky odpovídající významu **jednotlivých prvků učebního materiálu a postojů žáků k vyučovaným předmětům z hlediska oblíbenosti, obtížnosti a významu v životě a praxi**. Z výsledků dotazníkového šetření vyplynulo, že žáci v experimentálních třídách, vyučování formou elektronické internetové učebnice, kladou **větší důraz na moderní prvky** učebního materiálu, zejména **animace a obrázky**. Stojí za povšimnutí, že i ostatní prvky vyjma početních úloh byly považovány za přínosnější více u žáků v experimentálních třídách než u žáků ve třídách kontrolních. Z výsledků dotazníkového šetření lze konstatovat, že předmět, ve kterém byli žáci vyučováni elektromotorům formou elektronické internetové učebnice, je považován za **oblíbenější a pro život a praxi významnější, ale zároveň obtížnější**.

## ZÁVĚR

Na základě dvouletého výzkumu v osvojování vědomostí a dovedností o elektromotorech na středních školách lze konstatovat, že u žáků experimentálních tříd došlo k zlepšení osvojení učiva a postoje žáků k předmětu, v němž byly elektromotory vyučovány prostřednictvím elektronické internetové učebnice. Z výsledků kritériálních didaktických testů se pro úspěšné osvojení učiva o elektromotorech ukázalo jako zcela zásadní probrat opakovaně základy elektřiny a magnetizmu, zvláště pak učivo o působení magnetického pole na vodič, kterým protéká elektrický proud. Výsledky výzkumu ukázaly, že: 1) pomocí animací si žáci efektivněji představí působení magnetického pole na vodič s proudem a vznik silových účinků, stejně tak principů činností elektromotorů, 2) online dostupnost učebnice dovoluje vyučujícím zbavit žáky povinnosti zápisu a ušetřit čas, který mohou věnovat důkladnějšímu výkladu, opakování učiva či řešení početních úloh, 3) logická návaznost jednotlivých kapitol a hypertextové procházení učivem přispívají k celkové orientaci žáků v učivu elektromotorů, 4) použitím moderního didaktického prostředku, jakou je například interaktivní dotyková tabule, může vyučující zvýšit zájem a efektivitu vnímání učiva, 5) interaktivní prostředí umožňuje skrývat a rozkrývat ty části učiva, ke kterým se snaží vyučující společně s žáky odvozením dospět, nebo v případě početní úlohy vypočítat, 6) obrázky a animace mohou být pro výklad kdykoli zobrazeny v celoobrazovkovém režimu, pozastaveny nebo přiblíženy jakékoli jejich části.

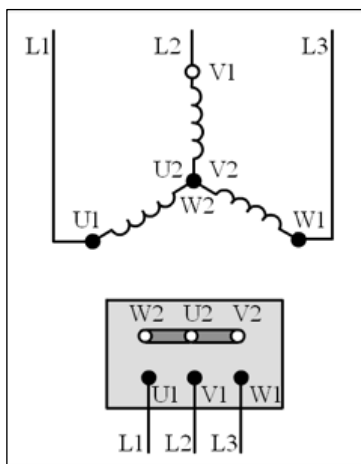


Na základě těchto výsledků lze navrhovaný obsah, strukturu a formu elektronického internetového učebního materiálu o elektromotorech pro střední školy doporučit jako zajímavější, dostupnější a ve výsledku efektivnější způsob výuky než s použitím běžného učebního textu a zápisků. Výsledky práce, jejíž významnou součástí byl návrh a realizace elektronické internetové učebnice o elektromotorech [www.emotor.cz](http://www.emotor.cz), přispěly u žáků na středních školách k zlepšení osvojení vědomostí a dovedností učiva o elektromotorech a zlepšily postoj k předmětu, ve kterém byly použity. Výuka se v těchto třídách stala pro žáky efektivnější, oblíbenější a významnější v životě i praxi.

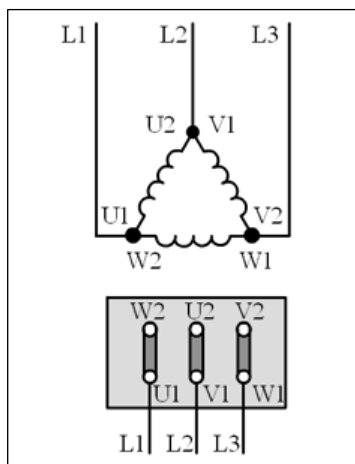
### UKÁZKA Z UČEBNICE

#### Kapitola 4: Asynchronní elektromotor třífázový – Konstrukce

Asynchronní elektromotor třífázový se skládá ze statoru a rotoru. **Stator** je tvořen elektrotechnickými plechy naskládanými na sebe do tvaru dutého válce. Po vnitřním obvodu jsou drážky. V drážkách je uloženo třífázové vinutí vzájemně posunuté o  $120^\circ$ . Začátky vinutí U1, V1, W1 a konce vinutí U2, V2, W2 jsou vyvedeny na svorkovnici. Spojíme-li konce těchto tří vinutí vznikne **zapojení vinutí do hvězdy** (obr. 4.1). Spojíme-li konec jednoho vinutí se začátkem následujícího vinutí vznikne **zapojení vinutí do trojúhelníka** (obr. 4.2).

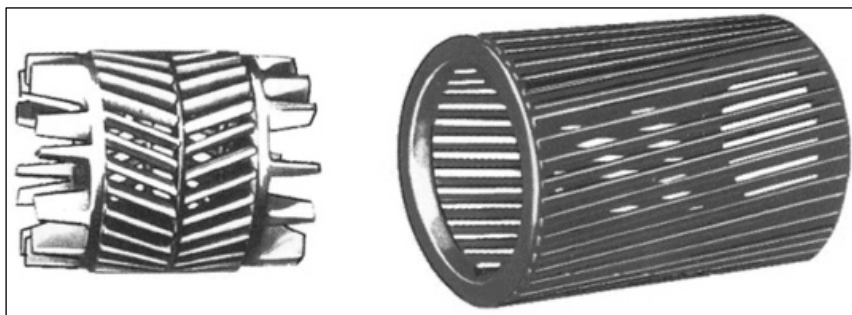


Obr. 4.1: Zapojení vinutí do hvězdy



Obr. 4.2: Zapojení vinutí do trojúhelníka

**Rotor** je tvořen svazkem elektrotechnických plechů připevněných na hřídeli elektromotoru. Po obvodu jsou drážky. V drážkách jsou uloženy **navzájem spojené vodiče**. Vodiče jsou tvořeny hliníkovými nebo měďnými tyčemi spojenými na svých koncích zkratovacími kroužky – **klecové vinutí** (obr. 4.3).

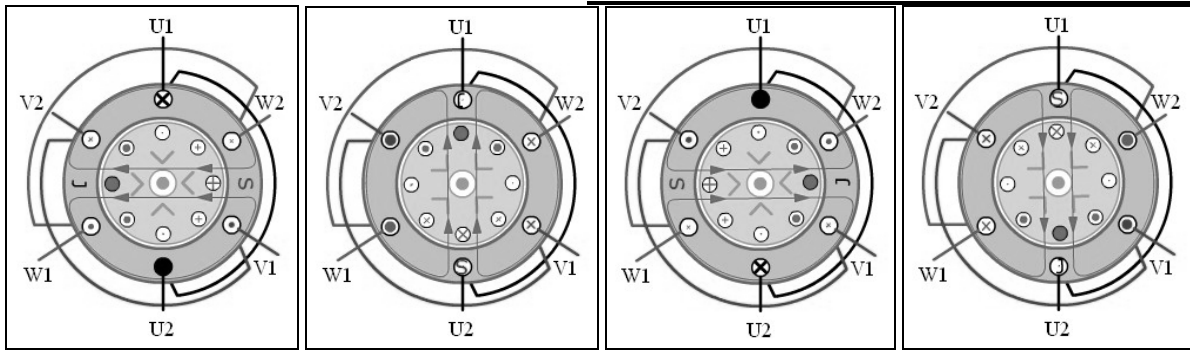


Obr. 4.3: Rotor asynchronního motoru – klecové vinutí

### Princip činnosti

Po zapnutí elektromotoru se vytvoří ve statoru **točivé magnetické pole**. Točivé magnetické pole začne ve vodičích rotoru vlivem **elektromagnetické indukce indukovat napětí**. Rotorem začne procházet **střídavý elektrický proud**, který vyvolá vznik **magnetického pole**.

Silové účinky magnetického pole vyvolávají **točivý moment**, který uvede rotor do **otáčivého pohybu** ve směru otáčení točivého magnetického pole statoru (animace 4.4).



Animace 4.4: Chod asynchronního elektromotoru třífázového

Aby vznikl točivý moment, musí točivé magnetické pole statoru indukovat napětí v rotoru. Otáčky rotoru musí být proto stále **menší** než otáčky točivého magnetického pole statoru. Pokud by otáčky rotoru dosáhly otáček točivého magnetického pole statoru, klesl by točivý moment na nulu. Ve skutečnosti otáčky rotoru nikdy nedosáhnou otáček točivého magnetického pole statoru vlivem např. tření na hřídeli, odporu vzduchu apod. Rozdíl **otáček rotoru**  $n$  a **otáček točivého magnetického pole statoru**  $n_s$  se nazývá **skluz**  $s$ . Udává se jako poměrná, nebo procentní hodnota synchronních otáček:

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100 \quad (\% ; \text{ot} \cdot \text{min}^{-1}).$$

$n$  – počet otáček rotoru;  $n_s$  – počet otáček točivého magnetického pole statoru;  $s$  – skluz;

## Úlohy

Úloha 4.3 Šestipólový asynchronní elektromotor třífázový připojený k 50 Hz elektrické síti má skluz rotoru 5 %. Určete počet otáček rotoru.

$$p = 3, f = 50 \text{ Hz}, s = 5\%; n = ? \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}; n_s = ? \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1};$$

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p} \quad (\text{ot} \cdot \text{min}^{-1}; \text{Hz}, -)$$

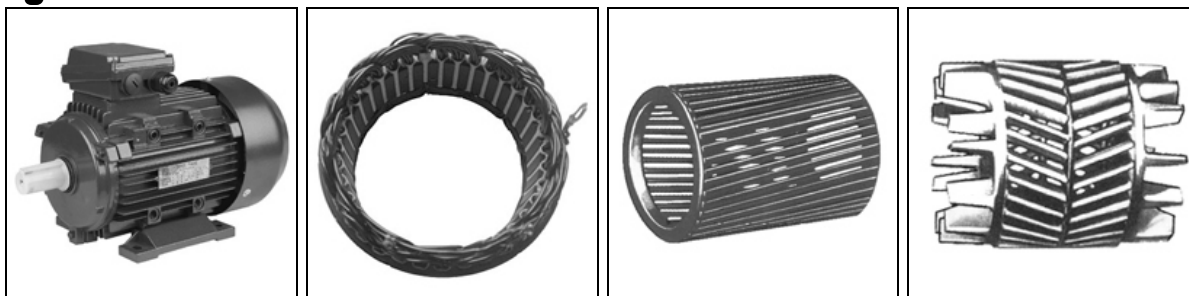
$$n_s = \frac{60 \cdot 50 \text{ Hz}}{3} = 1000 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100 \quad (\% ; \text{ot} \cdot \text{min}^{-1})$$

$$n = n_s \cdot \left(1 - \frac{s}{100}\right) = 1000 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \left(1 - \frac{5\%}{100}\right) = 950 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$$

Odpověď: Rotor bude mít 950 otáček za minutu.

## **Fotografie**



*Fotografie 4.5: Elektromotor; stator; rotory elektromotoru*

## **LITERATURA**

- [1] *Rámcové vzdělávací programy* [online]. Praha: Národní ústav odborného vzdělávání (NÚOV), 2008. [Cit. 1. 9. 2008]. Dostupné z URL: <http://www.nuov.cz/>.
- [2] Fuka, J., Havelka, B. *Elektrina a magnetismus*. 3. vyd. Praha: SPN, 1979.
- [3] Kurelová, M., Malach, J. a kol. *Pedagogika II: Kapitoly z obecné didaktiky*. Ostrava: Ostravská univerzita, 1999. ISBN 80-7042-156-8.
- [4] Mechlová, E., Koníček, L. *Koncepce multimediálních výukových programů*. In DIDFYZ 98. Račkova dolina, Slovenská republika, 1998.
- [5] Řešátko, M., Lstibůrek, F., Voženílek, L. *Základy elektrotechniky I, II*. Praha: SNTL, 1985.
- [6] Skalková, J. *Úvod do metodologie a metod pedagogického výzkumu*. 2. vyd. Praha: SPN, 1985.
- [7] Svoboda, E. *Přehled středoškolské fyziky*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2006. ISBN 80-7196-307-0.
- [8] Tkotz, K. *Příručka pro elektrotechnika*. 2. vyd. Praha: Europa–Sobotáles, 2006. ISBN 80-86706-13-3.

## Inteligentní měřicí přístroje

Josef Petřík, katedra obecné fyziky, Fakulta pedagogická, ZČU v Plzni

Na školách prakticky všech stupňů od základních přes střední i vysoké školy přírodovědného směru se žáci i studenti učí o fyzikálních principech činnosti přístrojů (ručkových, jinak řečeno analogových) pro měření základních elektrických veličin, napětí a proudu.

Výklad je postaven na znalosti jim známých fyzikálních zákonů, hlavně na silovém působení na vodič protékající elektrickým proudem a který je umístěn v poli permanentního magnetu.

Na těchto školách i v běžném životě se však i žáci základních škol a hlavně studenti středních a vysokých škol setkávají s digitálními měřicími přístroji a nebo s počítači řízenými virtuálními měřicími přístroji jako v systémech ISSSES, PHYWE, NTL a dalších, které se ve stále větší míře používají ve výuce fyziky.

Naprostá většina studentů (vyjma studentů odborných a středních škol technického směru) nemá žádnou představu o principech těchto zařízení, nikdo jim nevysvětlil, jak se z elektrického napětí stane číslo, které vyjadřuje přímo velikost měřené fyzikální veličiny, tedy například napětí nebo proudu. Panuje totiž obecně představa, že se jedná o zařízení, která jsou tak složitá, že je není možné na úrovni základních a hlavně středních škol rozumně vysvětlit na základě znalostí, které žáci a studenti dosud mají.

Odjakživa bylo základním úkolem pedagogů a didaktiků snažit se vysvětlit hlavně žákům a studentům (nebo i laické veřejnosti) pochopitelným způsobem složité jevy objevené těmi nejchytřejšími lidmi. Bez této záslužné činnosti by nemohl existovat pokrok v žádném oboru lidské činnosti, protože je nutné, aby se současné objevy staly výchozím principem pro další objevy, které z těch předchozích vycházejí.

**Cílem příspěvku je ukázat, že je možné vysvětlit alespoň základní principy funkce digitálních i inteligentních virtuálních přístrojů například pouze ze znalosti Ohmova zákona nebo i jen logickými úvahami.**

### Digitálně-analogový převodník

Prvním zařízením které tvoří součást moderních počítači řízených výukových systémů, je tzv. digitálně analogový převodník (zkráceně D/A).

Jde o zařízení, které v *nejjednodušším případě* vytvoří na svém výstupu stejnosměrné elektrické napětí požadované polarity úměrné zadanému číslu. Je to vlastně programovatelný inteligentní regulovatelný zdroj stejnosměrného napětí.

Toto číslo se může zadat buď přímo přes klávesnici napsáním velikosti požadovaného napětí, nebo například pomocí myši posuvem jezdce tzv. scrollbaru na obrazovce monitoru.

V současné době je technicky možné zadat velikost požadovaného napětí i hlasově, tj. uživatel řekne, že požaduje napětí plus 12 V a na výstupu digitálně analogového převodníku se toto napětí skutečně objeví.

**Jakým způsobem se realizuje toto kouzlo, že se z napsaného nebo vysloveného čísla stane elektrické napětí?**

Především je nutné uvést, že číslo úměrné požadovanému napětí je nutné vyjádřit v binárním tvaru a předem stanovit, jakému číslu má odpovídat vytvořené napětí.

Předpokládejme, že binární číslo bude osmibitové a že zadanému číslu nula dekadicky (binárně 0000 0000) bude odpovídat napětí 0 V, zadanému číslu 255 (binárně 1111 1111) bude odpovídat napětí + 10 V.

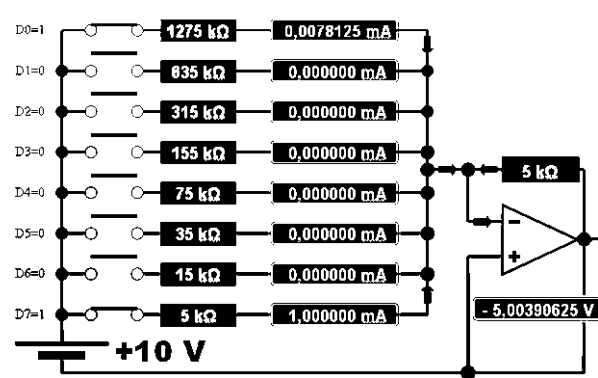
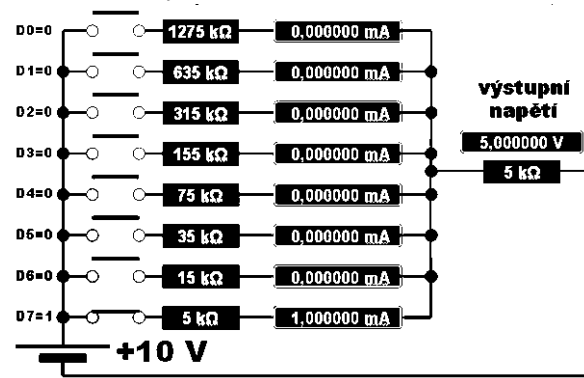
Mezi těmito krajními hodnotami bude lineární závislost, tj. bude možné nastavit napětí od nuly do 10 V po skocích asi 39 mV (10/255).

Schéma D/A převodníku, který dovede realizovat požadovaný převod, obsahuje zdroj referenčního napětí +10 V, vstupní spínače, kterými se zadává požadované binární číslo (0 je rozepnutý spínač, 1 je sepnutý spínač), odporovou síť a tzv. pracovní odpor, na kterém vzniká napětí, které představuje výstup z převodníku.

TABULKA POŽADOVANÝCH HODNOT:  $U=10\text{ V}$  pro 255 (1111 1111),  $U=0$  pro 0

Zadané číslo dekadicky	Zadané číslo binárně	Výstupní napětí z převodníku
128	1000 0000	5 V
64	0100 0000	2,5 V
32	0010 0000	1,25 V
16	0001 0000	0,625 V
8	0000 1000	0,3125 V
4	0000 0100	0,15625 V
2	0000 0010	0,078125 V
1	0000 0001	0,0390625 V

Podle výše uvedené tabulky sepnutím spínače D7 je zadané vstupní slovo 1000 0000 (128 dek) a uzavře se elektrický obvod tvořený zdrojem referenčního napětí 10 V a sériovým spojením pracovního rezistoru 5 k $\Omega$  a rezistorem v příslušné větvi (na obrázku vlevo rezistor 5 k $\Omega$ ). Obvodem protéká proud 1 mA a na pracovním rezistoru 5 k $\Omega$  vznikne úbytek napětí 5 V, představující požadovaný výstup převodníku. Podobně lze zadat i jiné číslo z tabulky.



I tento jednoduchý způsob převodu čísla na napětí ve většině případů pro vysvětlení principu funkce D/A převodníku postačí. Také převodník může být i třeba jen čtyřbitový.

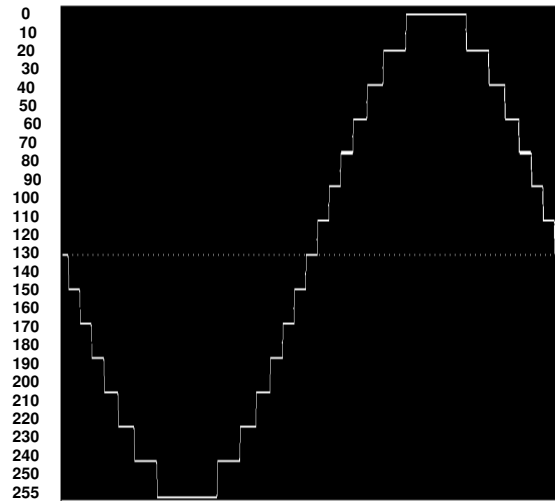
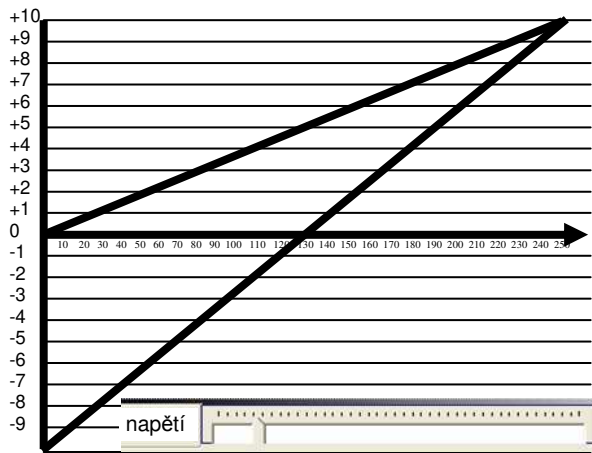
Už ale nevystačí pro převod čísla vyžadujícího dva nebo více sepnutých spínačů. Pro studenty fyziky na univerzitách vychovávajících učitele, kteří mají absolvován předmět analogová elektronika a znají funkci operačního zesilovače, je možné doplnit obvodové schéma o obvod převodníku proud-napětí realizovaný operačním zesilovačem s pracovním rezistorem ve zpětné vazbě. Ten provede součet proudů jednotlivými větvemi a vytvoří na svém výstupu napětí (buď záporné) úměrné zadanému binárnímu číslu. Použitím výkonového operačního zesilovače je možné vytvořit DA převodník ve funkci programovatelného zdroje napětí i s odběrem proudu až několik ampérů.

### D/A převodník jako programovatelný zdroj stejnosměrného napětí (i obou polarit)

Doplněním o jednu součástku (rezistor s cenou menší než 1 Kč) lze vytvořit programovatelný zdroj napětí i obou polarit, kde zadanému číslu 0 bude odpovídat napětí -10 V, zadanému číslu 128 napětí 0 V a zadanému číslu 255 napětí +10 V. Změna napětí bude probíhat po dvojnásobných krocích cca 78 mV. Programovým generováním postupně se zvyšujících čísel je možné vytvořit i automatický zdroj stejnosměrného napětí vhodný například pro automatické měření VA charakteristik.

### D/A převodník jako generátor funkcí

Vypočtením funkčních hodnot pro určité velikosti nezávisle proměnné harmonického (sinusového) průběhu s určitou amplitudou (např. 128) lze po zaokrouhlení a převodu do binární soustavy je posílat postupně po určitých časových okamžicích na vstup D/A převodníku a tím získat zdroj harmonického napětí. Změnou časové prodlevy mezi jednotlivými vzorky lze nastavovat frekvenci vytvářeného napětí. „Zuby“ na průběhu lze vyhladit tzv. restitučními filtry. Lze vytvářet i jiné než harmonické průběhy pokud je dovedeme analyticky vyjádřit.



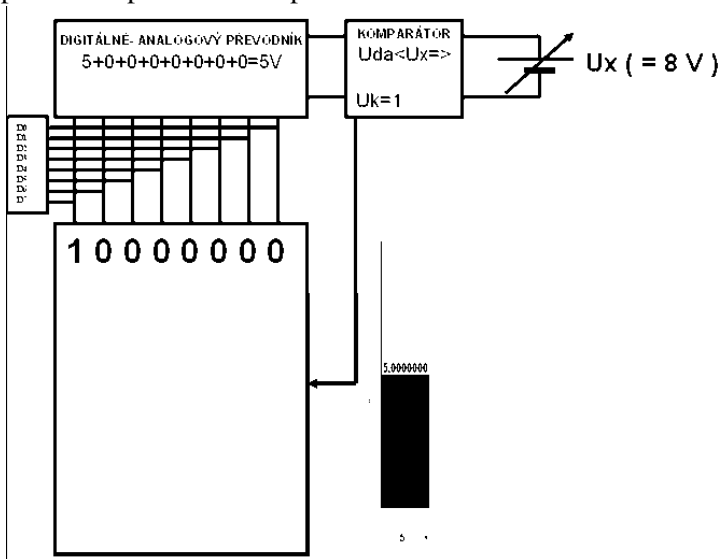
### Analogově-digitální převodník pracující metodou postupné aproximace

Obrácený postup, tj. převedení elektrického napětí na číslo odpovídající jeho velikosti, se děje v zařízeních nazývaných analogově digitální převodníky (zkráceně A/D) a lze jej realizovat několika způsoby. Jedna z možných metod je tzv. postupná aproximace, česky postupné přibližování.

Blokové schéma převodníku obsahuje již dříve uvedený D/A převodník, jehož digitální vstupy jsou spojeny s tzv. registrem postupných aproximací, který podle určitého pravidla generuje binární čísla do D/A převodníku. Výstup D/A převodníku je přiveden do jednoho vstupu obvodu nazývaného komparátor (česky dosti strašidelně porovnávač), do druhého vstupu pak měřené napětí, které chceme převést na číslo. Výsledkem porovnání je logický signál, který je veden do registru postupných aproximací.

Předpokládejme, že měřené napětí má velikost 8 V.

Na začátku převodu registr postupných aproximací vygeneruje vždy číslo 128 (binárně 1000 000) které D/A převodník převede na napětí 5 V.



Když je napětí z D/A převodníku menší než napětí měřené komparátoru log 1, která potvrdí platnost 1 v současně generovaném čísle registrem postupných aproximací a registr vygeneruje binární číslo s jedničkou o jeden řád vpravo, tedy 1100 0000. D/A převodník opět převede i toto číslo na napětí  $5+2,5=7,5$  V a komparátor jej opět porovná s napětím měřeným 8 V. Protože je stále napětí z D/A převodníku menší než měřené, zůstává na výstupu komparátoru úroveň 1, která potvrdí platnost i druhé jedničky v generovaném binárním čísle a registr postupných aproximací vygeneruje číslo s další jedničkou na dalším místě vpravo 1110 0000. Po převedení D/A převodníkem se na jeho výstupu objeví napětí  $5+2,5+1,25=8,75$  V.

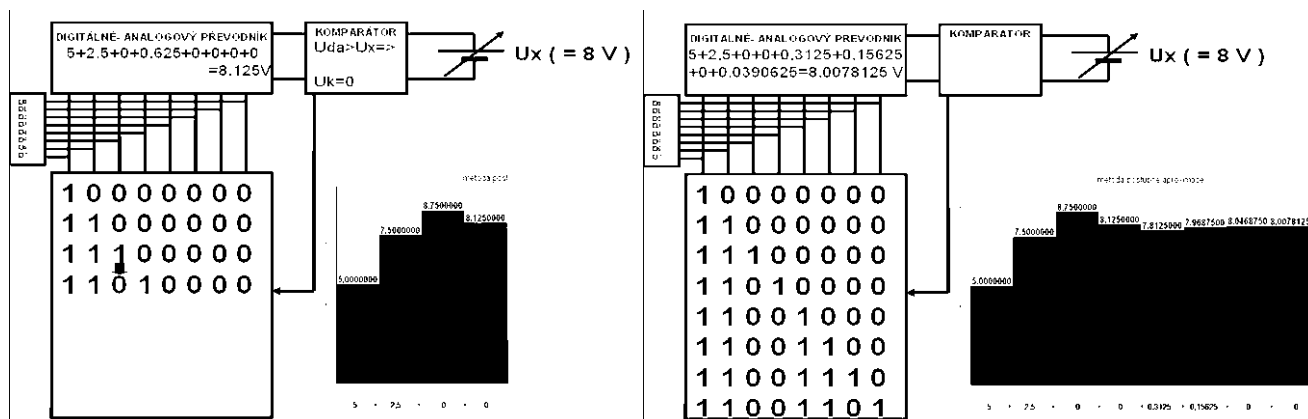
Protože toto napětí je větší než napětí měřené, na výstupu komparátoru se objeví log 0, která změní úroveň 1 na 0 na posledním místě vpravo v generovaném čísle registrem postupných aproximací a registr postupných aproximací vygeneruje číslo s 1 na dalším místě vpravo tj. 1101 0000.

D/A převodník jej opět převede na napětí  $5+2,5+0+0,625=8,125$  V a proces se opakuje. Takto je možné v počtu kroků odpovídajícím počtu bitů výstupního slova získat číslo v binární soustavě úměrné měřenému napětí.

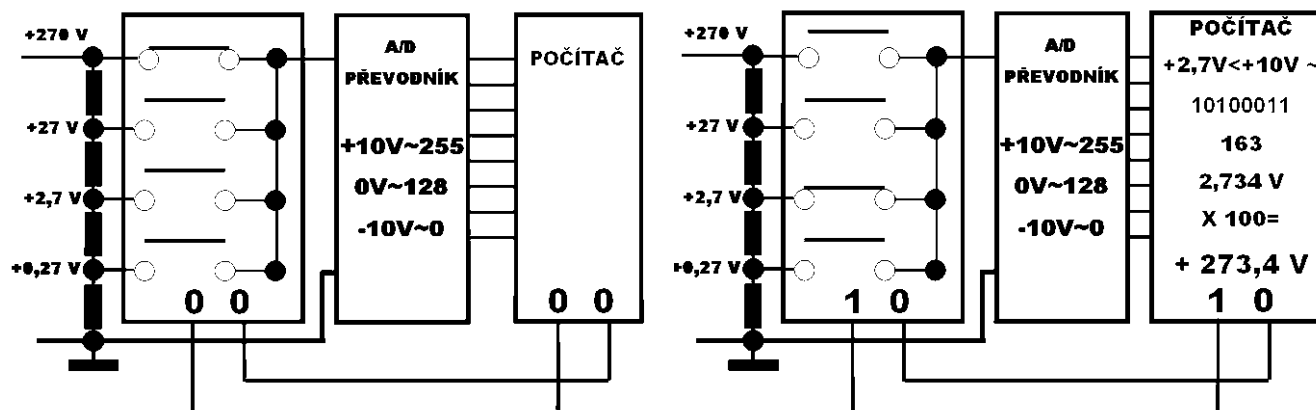
Pro účely jak přednášek, tak cvičení, byl autorem příspěvku vytvořen program AD\_N.exe který je volně dostupný na katedrálních www stránkách.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

Převodníky tohoto typu se vyrábějí v osmi i dvanáctibitové verzi, jsou schopné uskutečnit i desítky tisíc převodů za sekundu a používají se v měřicích kartách, ke kterým se připojují inteligentní měřicí systémy jako ISSSES, PHYWE apod.



Na základě znalosti čísla úměrného měřenému napětí je možné vytvořit například inteligentní voltmetr s automatickým přepínáním rozsahů, automatickým určením měření stejnosměrného nebo střídavého napětí, automatickým určením polaritě při měření ss napětí a výpočtem skutečné efektivní hodnoty napětí případně frekvence při měření st napětí.



Blokové schéma zařízení je na obrázku a obsahuje v našem případě dvoubitový analogový multiplexer s napěťovým děličem ve funkci přepínače rozsahů, A/D převodník s upravenou převodní charakteristikou, kde napětí  $-10\text{ V}$  odpovídá číslu získané převodem 255, napětí  $0\text{ V}$  číslo 128 a napětí  $+10\text{ V}$  číslo 0. Číslo v binární soustavě je přivedeno do počítače, který jej vyhodnocuje a na základě jeho velikosti ovládá vstupní multiplexer (přepínač rozsahů).

## Astronomers in the Czech Republic in 1<sup>st</sup> Half of 20<sup>th</sup> Century

*Lenka Prusíková, Department of General Physics, Faculty of Education, University of West Bohemia*

The biggest development of modern astronomy in our land begun on the beginning of twentieth century. On 21. January 1898 Josef Jan Frič bought piece of land near the city Ondřejov for nine hundred gold coins. It was the hill Žalov, where he decided to build the observatory as a tribute to his dead brother. The first who started to cooperate with Josef Frič was Professor František Nušl. At 1928 Josef Frič gave the observatory as a gift to Charles University - thus to the Czech Republic.

### **František Nušl (1867–1951)**

Since 1897, when he begun studying on the high school in Jindřichův Hradec, he was very interesting in the math and astronomy. After his graduation he went to the College of Philosophy in Prague. His enthusiasm and knowledge was noticed by distinguished professor August Seydler - founder of the Astronomical department of Charles University. F. Nušl begun to cooperate with this department at 1890 as a scientist. At 1893 he passed the teacher exam and starts to work as a teacher of math and physics in Hradec Králové. At 1898 he helped to build the private observatory in Ondřejov, and then he was the director there. Since 1908 he worked as a teacher (professor) on the Czech technical university. After the birth of the Czech Republic at 1918 he was the director of the state observatory in Prague and chairmen of the Czech astronomical society. He also helped with building of Stefanick's observatory. Before his death he worked as professor astronomy on the Charles University. At 1928 he was elected vice-president of international astronomy union. He also constructed astronomical-geodetical devices. His biggest invention was the device cirkumzenitál – device for finding the longitude and latitude on the earth surface.

At 1920 the Czech astronomical society started the publishing the magazine Empire of stars, which was maintained by Nušl and Mašek.

### **Bohuslav Mašek (1868–1955)**

He studied the Philosophical University in Prague with focus on math and physics. As a teacher he worked at many high schools e.g. in Prague, Pilsen and Hradec Králové. Since 1918 he worked on state observatory in Prague. After that he was vice director on Ondřejov observatory, where he worked till 1940. He is well known for the founding and maintaining the astronomical yearbook.

At 1929 was the National observatory opened for public. In the following years the observatory was renamed but has its name back since 1990. Other public observatories were built in Tábor and České Budějovice in years between two world wars.

At 1923 Vladimír Heinrich was named the professor of astronomy.

### **Vladimír Heinrich (1884–1965)**

He studied the Philosophical University in Prague - math and physics. He was taught by František Nušl. He fell in love with astronomy and decided to be an astronomer. At 1916 he got the work at the astronomical institute. Here he measured binary stars with help of the telescope. He was for this effort awarded extraordinary membership in Royal Czech society of science at 1918. A year after he became professor of astronomy at the Charles University and the director of astronomical institute. He was specialized in celestial mechanics and problem of three bodies. He left the position of director of department because of some personal conflicts at 1934. He had problems also in the department of astronomy. Department was in need of rebuilding and needed to be moved to some other place - the surrounding industry caused difficulties with observing. He wanted to introduce some new parts of astronomy to department – practical astronomy, photography in astronomy, astrophysics and primarily the celestial mechanics. He taught the astronomy until 1939. At 1956 he obtained the title doctor of science and year after is retired.

Another important astronomer in the thirties of twentieth century was Josef Mikuláš Mohr.

### **Josef Mikuláš Mohr (1901–1979)**

He studied math and astronomy at the Charles University. Between 1923 and 1925 he studied in Paris and is interesting in experimental physics – spectroscopy. He returned to the Czech Republic at 1925 but in few years



## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

went to Algeria to study new methods in the astronomy. He observed small planets and stars clusters, measured the speed of the Sun. He also published lots of books in English e.g. The rotational space motions of the stars; Astronomy. At 1945 he started to work at university.

Another important person was Bohumil Šternberk.

### **Bohumil Šternberk (1897–1983)**

He studied natural science in Prague at the Charles University. He studied also in Berlin. His first cooperation with the astronomical department started at 1919. He worked here until 1921 when he left Czech Republic and worked on foreign observatories. After his return he calculated some binary stars and path elements of stars. Before the Second World War he ran the time service at the Prague observatory. He was the founder of Czech time service, but primarily focused on astrophysics and photometry. He published works about astronomical optics and comets. His biggest achievement was the photography of planet Pluto, discovered at 1930. He also worked on university astronomy schoolbooks.

Another important person was Antonín Bečvář.

### **Antonín Bečvář (1901–1965)**

He studied climatology and astronomy in Prague. During the Second World War went to Slovakia and between 1943 and 1950 was director of the observatory at the peak of Skalnaté Pleso. He with his colleagues compiled the first star atlas. After his return to the Czech Republic he published two more atlases. These were published also in the foreign countries. He worked also on the meteorological photography.

Very important astronomer was Zdeněk Kopal.

### **Zdeněk Kopal (1914–1993)**

He studied natural science in Prague. At 1938 he traveled to England and during the Second World War he worked in USA as astronomer. At 1951 went back to the England and was a professor in Manchester. Here he created the photographic atlas of the Moon. He also cooperates with NASA. He also researched the binary stars.

Very important astronomers of this age were also František Link, Josef Sýkora, Josef Klepešta or Dr. Jiří Kavan.

## **Referency**

- [1] [http://cs.wikipedia.org/wiki/Franti%C5%A1ek\\_Nu%C5%A1](http://cs.wikipedia.org/wiki/Franti%C5%A1ek_Nu%C5%A1)
- [2] <http://www.astro.cz/~grygar/knihy/100a.htm>
- [3] <http://jufo.blog.cz/0709/frantisek-nusl>
- [4] [http://www.math.muni.cz/math/biografie/bohuslav\\_masek.html](http://www.math.muni.cz/math/biografie/bohuslav_masek.html)
- [5] <http://www.cesi.sk/bes/06/06/66bec.htm>
- [6] <http://www.telc-etc.cz/telc/?target=staticka&id=432&menu=648>
- [7] Sborník o české a moravské astronomii uspořádaný ke 100. výročí Ondřejovské hvězdárny a 650. výročí University Karlovy, ed. Petr Hadrava, Ondřejovská hvězdárna 1898–1998, Praha: Vesmír, 1998
- [8] [http://en.wikipedia.org/wiki/Anton%C3%ADn\\_Be%C4%8Dv%C3%A1%C5%99](http://en.wikipedia.org/wiki/Anton%C3%ADn_Be%C4%8Dv%C3%A1%C5%99)
- [9] [http://www.ta3.sk/public\\_relation/60SP50AsU/1/1.html](http://www.ta3.sk/public_relation/60SP50AsU/1/1.html)
- [10] <http://www.radio.cz/cz/clanek/103367>
- [11] <http://www.litomysl.cz/zdenekkopal/?lang=cz&menu=b>

## ELEKTRICKÁ VODIVOST LÁTEK v učivu fyziky na základní škole

Vít Půlkrábek, Anna Peroutková, Ostravská univerzita v Ostravě

Petr Wyslych, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Termín realizace: 26. 5. – 13. 6. 2008

Časový rozsah: 3 vyučovací hodiny přímé výuky + 1 hod. testování

### 1. hodina

Téma: **„Vedení elektrického proudu v různých látkách“**

Pomůcky: Zdroj stejnosměrného napětí (baterie), panel se žárovkou, vypínač, vzorky kovů a jiných látek (Al, C, Cu, Fe, Zn, PVC, dřevo, sklo), 2 elektrody, vodiče, kádinka s destilovanou vodou, sůl; „Mapa pojmů“.

#### 1. část – Teorie

(učitel žákům text promítne, žáci si jej opiší do sešitu)

Elektrický proud představuje usměrněný pohyb elektricky nabitých, volných částic – tzv. nosičů elektrického náboje. V různých látkách jsou tyto nosiče elektrického náboje různé:

- V kovech  $\Rightarrow$  volné elektrony
- V kapalinách  $\Rightarrow$  kationty a anionty
- V plynech  $\Rightarrow$  elektrony a ionty
- V polovodičích  $\Rightarrow$  volné elektrony a díry

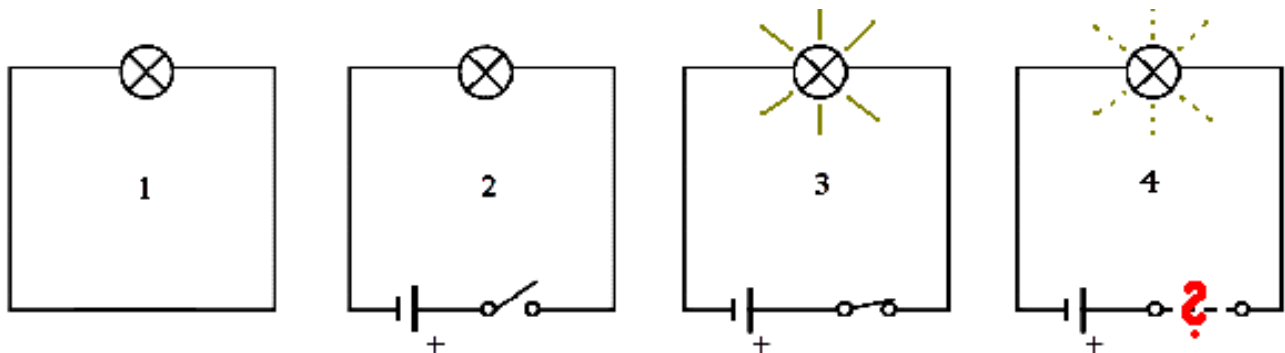
☛ Pro učitele: viz  
„MAPA POJMŮ“

Podmínky vedení elektrického proudu v obvodu:

- 1) Zdroj elektrického napětí
- 2) Uzavřený elektrický obvod

#### 2. část – Experimenty

Ad a) Zapojení jednoduchého elektrického obvodu podle schématu:

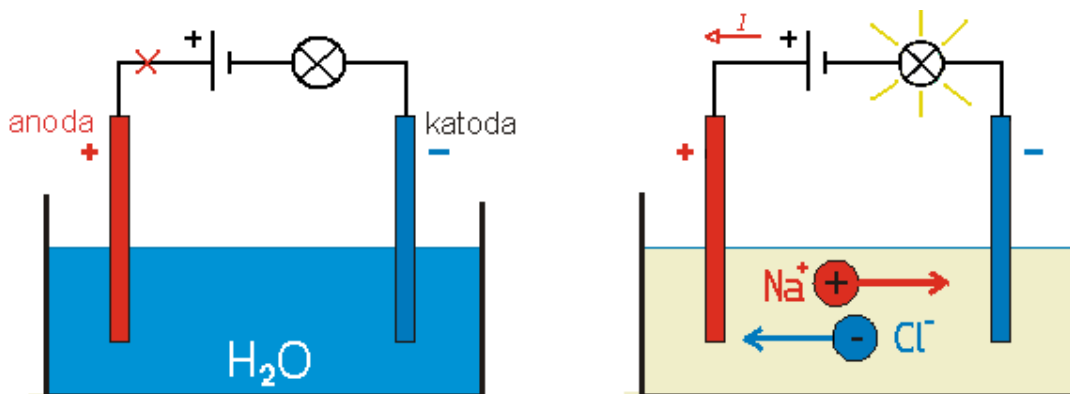


Obr. 1.1: Návrhy zapojení jednoduchých elektrických obvodů

Žáci postupně zapojují obvody dle schémat nakreslených na tabuli a přitom zkoumáme, kterém z nich teče elektrický proud. Snaží se najít odpověď na otázku, proč v některém obvodu žárovka svítí a v jiném ne (v místě označeném otazníkem zapojujeme do obvodu různé látky).

**Ad b) Srovnání elektrické vodivosti destilované vody x slané vody**

Žáci pod vedením učitele, připraví kádinku, do které nalijí cca. 0,5 l destilované vody. Pak do ní ponoří dvě elektrody, zapojené do obvodu dle schématu (viz Obr. 1.2). Pozorují, co se bude dít (žárovka nebude svítit).



Obr. 1.2: Vedení elektrického proudu ve slané vodě

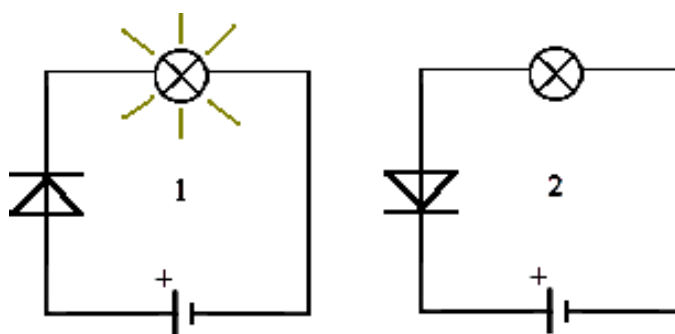
Pak do vody v kádince postupně přisypávají kuchyňskou sůl, kterou průběžně ve vodě rozmíchávají a při tom sledují, jak se žárovka postupně rozsvěcuje. Pokusí se vysvětlit příčinu pozorovaného jevu (sůl ve vodě disociuje – rozpadá se na kationty  $\text{Na}^+$  a anionty  $\text{Cl}^-$ , které se vlivem napětí zdroje začnou pohybovat směrem k elektrodě s opačnou polaritou).

**Ad c) Jiskření ve vzduchu při svlékání svetrů**

Učitel požádá jednoho žáka (nejlépe s dlouhými, kadeřavými vlasy), aby si oblékl hrubý svetr z umělých vláken. Pokud je to možné, zatemníme učebnu. Vyzveme žáky, aby na chvíli ztichli a pozorovali, co se bude dít, když si daný žák bude svetr svlékat (uslyší praskání a možná bude vidět i drobné záblesky při jiskření). Vlivem elektrostatických sil budou poté žákovi ,vstávat‘ vlasy na hlavě.

Poté učitel rozebere se žáky, jak je možné, že docházelo k jiskření ve vzduchu, který je přece elektricky nevodivý? (Třením jsme ,vytrhli‘ z elektricky neutrálních atomů ve vzduchu několik volných elektronů, čímž jsme z nich vytvořili ionty – a to jsou volné nosiče elektrického náboje). Zmíníme další příklady vedení elektrického proudu v plynech, např. blesky při bouřce, svařování elektrickým obloukem; neonová světla, zářivky, výbojky apod.

**Ad d) Dioda jako jednocestný usměrňovač**



Obr. 1.3: Dioda zapojená v propustném a v závěrném směru

Žáci zapojí nejprve obvod č. 1 (dle schématu, nakresleného na tabuli), kde je dioda v propustném směru. Poté diodu ,otočí‘, čímž bude zapojená v závěrném směru. Vyzkouší si tím usměrňovací funkci diody – že totiž v jednom směru vede elektrický proud, ale v opačném směru ne (učitel zmíní, že vysvětlení se žáci dozvědí ve 3. hodině).

## 2. hodina

Téma: **„Elektrické obvody, výpočet spotřeby elektrické energie“**

Pomůcky: Zpětný projektor, fólie se zadáním úloh; dále viz zadání 1. části (níže)

### 1. část – Práce s kombinovaným elektrickým obvodem

Žáci se rozdělí do několika skupin, z nichž každá obdrží: 1 zdroj napětí, 4 žárovky, 1 ampérmetr, 1 voltmetr, 10 ks vodičů a 1 Pracovní list (dále jen PL).

Zástupce každé skupiny vyzvedne u učitele pro skupinu potřebné pomůcky, skupiny žáků si vytvoří potřebný prostor pro práci a začnou samostatně pracovat podle pokynů uvedených na PL. Učitel žákům pomáhá pouze v případě, že si s něčím nevědí rady. Během celého cvičení ovšem dbá na jejich bezpečnost a šetrné zacházení s pomůckami.

Po splnění zadaných úkolů všemi skupinami vrátí žáci učiteli veškeré pomůcky; PL si však ponechají u sebe. Následuje rozbor úkolů, kdy vybraní žáci sdělují učiteli (a zároveň tím celé třídě) své výsledky, které zaznamenali do PL. Nakonec jeden žák napíše řešení početní úlohy (úkol č. 10) na tabuli.

### 2. část – Úlohy na výpočet spotřeby elektrické energie

#### a) Teorie

Známe-li příkon nějakého spotřebiče  $P_0$  a dobu  $t$ , po kterou vodičem prochází proud, můžeme určit velikost elektrické práce ze vztahu:

$$W = P_0 \cdot t$$

V tom případě nevyjadřujeme velikost elektrické práce v jednotce joule (J), ale wattsekunda (W·s) nebo kilowatthodina (kW·h).

V praxi se však místo názvu „elektrická práce“ běžně používá označení „spotřeba elektrické energie“ s jednotkou kilowatthodina.

Spotřeba elektrické energie v domácnosti se obvykle měří elektroměrem.

#### b) Počítání úloh

Učitel promítne žákům na zpětném projektoru (příp. datovém projektoru) zadání modelové úlohy (viz zadání na fólii). Žáci si z ní vypíší známé, i neznámé veličiny a učitel jim na tabuli ukáže postup při řešení této úlohy.

Další dvě úlohy zadá učitel žákům jako domácí úkol; sdělí jim, že na začátku příští hodiny každému z nich úkol zkontroluje, případně ohodnotí známkou.

#### Výsledky:

Modelová úloha – a) 14 kW·h, b) 112 kW·h, c) 44,8 kW·h

DÚ 1 – 438 kW·h

DÚ 2 – 42 kW·h

## 3. hodina

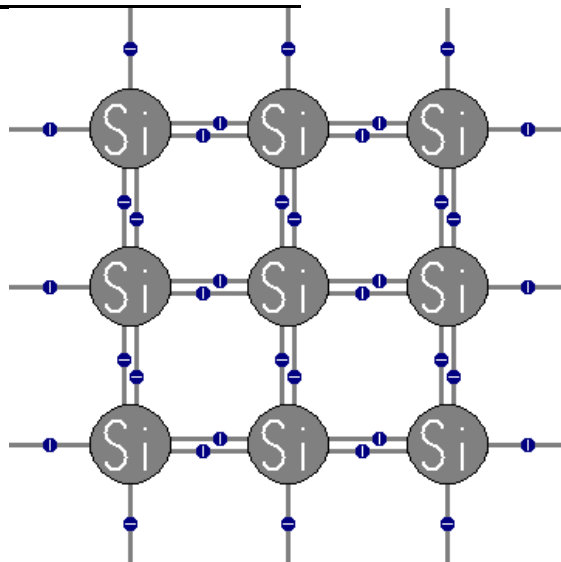
Téma: **„Polovodiče“**

Pomůcky: Zpětný projektor, fólie s obrázky použitými v této kapitole

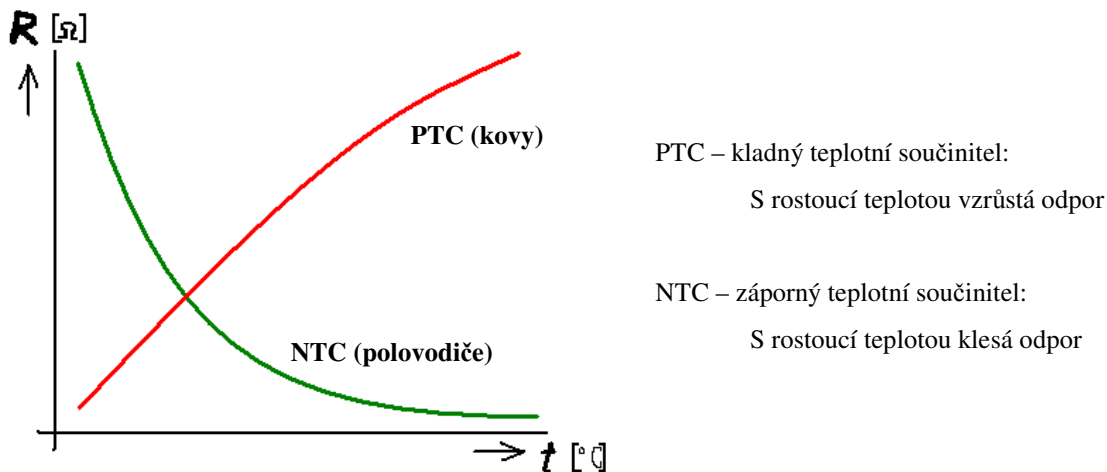
### 1. část – Kontrola domácích úkolů

### 2. část – Teorie

**Vlastní vodivost** – čistý krystal Si (případně Ge) je čtyřmocný, čili mezi dvěma atomy mají vždy po dvou elektronech (viz Obr. 3.1). Dodáme-li tomuto krystalu více energie (tepelné, světelné, mechanické či elektrické), zvýší se počet volných elektronů mezi těmito atomy, zlepší se tím jeho vodivost a zmenší se jeho elektrický odpor (viz Obr. 3.2).



Obr. 3.1: Čtyřmocná elektronová vazba mezi atomy křemíku



Obr. 3.2: Srovnání závislosti elektrického odporu na teplotě u kovů a polovodičů

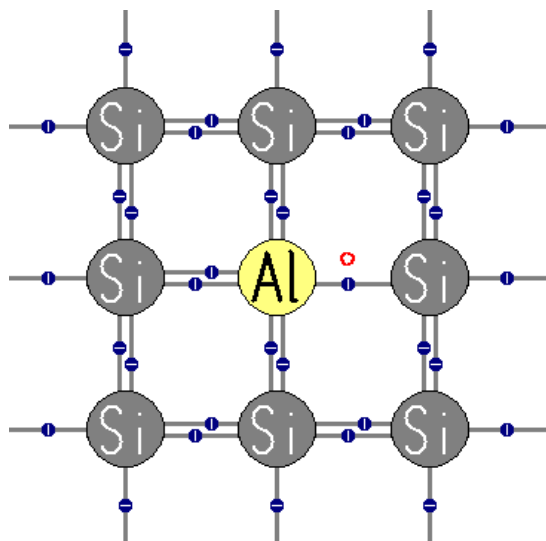
## Použití:

**Polovodiče závislé na teplotě (termistor)** – teploměry, teplotní čidla, termostaty

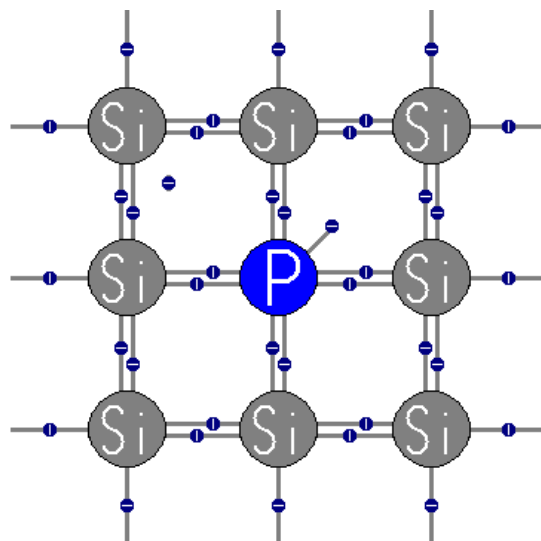
**Polovodiče závislé na osvětlení (fotorezistor, fotodioda, fototranzistor)** – fotobuňky, optická čidla, laserové snímače, CCD kamery

**Příměsová (nevlátní) vodivost** – příměsi jiných prvků v krystalu polovodiče. Např. **Al** nebo **In** jsou třímocné, a tedy jim ve vazbě chybí po jednom elektronu (viz Obr. 3.3 a). Tyto „díry“ se chovají jako kladně nabitě, které jsou schopny pojmout volné elektrony. Říkáme jim akceptory (= příjemci) a polovodič z tohoto materiálu označujeme P – pozitivní.

Naopak **P** nebo **As** jsou pětímocné, a tedy mají ve vazbě po jednom elektronu navíc (viz Obr. 3.3 b). Tyto přebytečné elektrony jsou schopné snadno přeskocit do volných „děr“ – stačí jim k tomu dodat určitou velikost energie potřebné k překonání „bariéry“ – viz dále P-N přechody. Označujeme je jako donory (= dárci) a polovodič z tohoto materiálu označujeme N – negativní.



Obr. 3.3 a: Krystal Si s příměsí hliníku-polovodič typu „P“



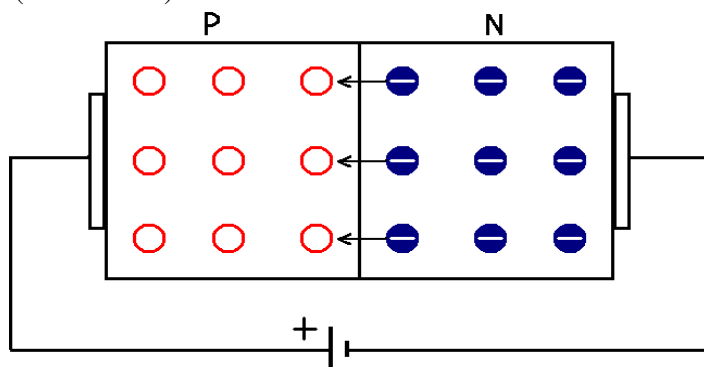
Obr. 3.3 b: Krystal Si s příměsí fosforu-polovodič typu „N“

Jedním z podstatných důvodů, proč se častěji používá příměsových polovodičů oproti čistým krystalům s vlastní vodivostí, je jejich levnější výroba.

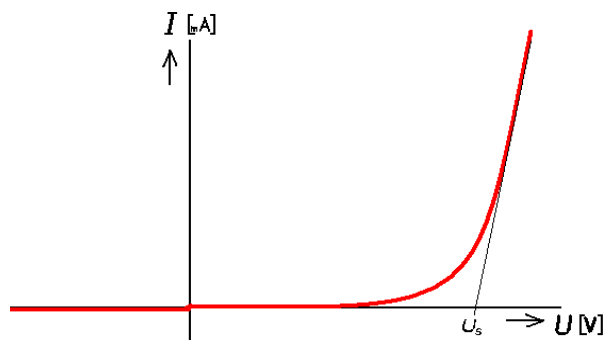
### P-N přechod

Přiložíme-li k sobě nevlastní polovodiče obou těchto typů, P a N, vznikne P-N přechod. Pokud k němu přiložíme zdroj elektrického napětí ve správné polaritě, začnou volné elektrony z vrstvy N přeskakovat do „děr“ ve vrstvě P, protože mají záporný náboj a jsou tedy přitahovány kladným pólem zdroje (viz Obr. 3.4). Elektrickým obvodem začne protékat elektrický proud.

Když změníme polaritu zdroje, elektrony obsažené ve vrstvě N jsou odpuzovány od vrstvy P, zvětší se bariéra mezi nimi a P-N přechod se chová jako otevřený vypínač. Tímto obvodem nemůže protékat elektrický proud (viz Obr. 3.5).



Obr. 3.4: P-N přechod



Obr. 3.5: V-A charakteristika diody

### Použití:

Elektronickou součástku, tvořenou jedním přechodem P-N, nazýváme polovodičová **diody**. Ta se nejčastěji používá v usměrňovačích střídavého elektrického proudu, kde se využívá její vodivosti pouze v jednom směru (viz experiment na konci 1. hodiny).

### Použitá literatura

- [1] Höfer, G. Svoboda, E. *Fyzika očima žáků základních a středních škol*. 1. vyd. In konference Projekty v teorii a praxi vyučování fyzice. Telč, 2005. ISBN 80-244-1180-6.
- [2] Kunc, S., *Struktury pojmů ve školské fyzice*. In 1. konference o výuce fyziky na SOŠ a SOU, Vsetín 1996. Ostrava: VŠB, 1996.

#### ***Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4***

---

- [3] Půlkrábek, V., *Elektrická vodivost látek v učivu fyziky na základní škole*. Doktorská disertační práce. Ostrava: Ostravská univerzita, 2008.
- [4] Půlkrábek, V., *Výzkum osvojení pojmu „elektrický proud“ na ZŠ a víceletém gymnáziu*. Diplomová práce. Ostrava: Ostravská univerzita, 2003.
- [5] Půlkrábek, V. Wyslych, P., *Jak žáci na základní škole chápou pojmy z elektřiny v učivu fyziky?* 1. vyd. In konference Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 3. Plzeň: ZČU, 2007. ISBN 978-80-7043-603-5.

## Využití internetu při výuce fyziky

Petr Šroll, katedra fyziky, PdF, UHK

### Úvod

V průběhu mé pedagogické praxe se mi osvědčilo několik internetových stránek, ze kterých pro sebe čerpám informace, a pro svoje žáky motivaci pro výuku. Tyto stránky bych vám nyní rád představil. Některé z nich pravděpodobně znáte a uvedu je jen pro úplnost, jiné vás možná zaujmou a budete je moci využít při výuce.

### Přehled webových stránek

První web je [www.google.cz](http://www.google.cz). Je to internetový vyhledávač. Pokud zadáte vhodná klíčová slova, nabídne vám několik stránek s informacemi k danému tématu. Je vhodný např. pro rychlé vyhledání fyzikální konstanty, která není natolik používaná, abyste si jí pamatovali.

Druhý web je [www.wikipedia.cz](http://www.wikipedia.cz). Jedná se o internetovou encyklopedii, která obsahuje články o různých tématech. Články jsou většinou psané návštěvníky, pokud někdo narazí na chybu v údajích může ji nahlásit redaktorům, díky tomu je Wikipedia poměrně důvěryhodným zdrojem informací. Pokud se vám nepodaří najít požadovaný článek, můžete ho zkusit najít v anglické verzi Wikipedie. Různé jazykové verze se od sebe liší.

Další stránka je [www.youtube.cz](http://www.youtube.cz). Jde o internetovou videotéku, kde kromě videoklipů a komických scének můžete najít i různé výukové filmy, bohužel především v angličtině.

Tyto tři stránky považuji za všeobecně známé a uvádím je jen pro úplnost. Při přípravě na vyučovací hodinu mohu vřele doporučit zkusit zadat několik klíčových slov k vyučovanému tématu a podívat se, zda youtube nenabízí video použitelné při výuce.

Následují „Mythbusters“ česky „Bořiči mýtů“. Jde o televizní seriál, ve kterém skupina publicistů zkoumá různé filmové scény a lidové mýty a zkouší je realizovat. Ověřují, zda skutečně lze např. zbořit most dupáním, létat na člunu nafouknutém heliem, skrýt se před střelbou pod vodní hladinu, nebo otočit houpačku o 360°. Šikovný učitel si v jejich pokusech najde mnoho zadání pro fyzikální úlohy. Seriál je aktuálně vysílán v českém znění na televizní stanici Discovery (<http://dsc.discovery.com/fansites/mythbusters/mythbusters.html>), některé části lze pustit na youtube, bohužel většinou v angličtině. Na [HTTP://MYTHBUSTERS.BLOGUJE.CZ/](http://MYTHBUSTERS.BLOGUJE.CZ/) lze stáhnout celý seriál v angličtině a některé díly i v češtině.

Další stránka <http://geonext.de> vznikla na Německé univerzitě. Jde o dynamický grafický editor, ve kterém lze snadno vytvořit jednoduchá fyzikální schémata, například skládání vektorů nebo optická zobrazení. Výhodou je možnost změny rozměrů v již hotovém schématu. Např. změníte-li jednu ze skládaných sil, všechny ostatní síly se upraví tak, aby zůstaly zachovány původní vazby. Program lze výhodně použít i při výuce matematiky, protože veškeré konstrukce se provádějí tak, jak by se prováděly na papíře. Jedním z výstupů programu může být i tzv. protokol konstrukce, ve kterém je zapsán postup při konstrukci. Vámi vytvořené výkresy lze zveřejnit na internetu v několika různých formátech. Podobné programy naleznete na <http://www.geogebra.org/cms/>, nebo [http://mathsrv.ku-eichstaett.de/MGF/homes/grothman/java/zirkel/doc\\_en/](http://mathsrv.ku-eichstaett.de/MGF/homes/grothman/java/zirkel/doc_en/).

Stránka umístěná na <http://www.walter-fendt.de/ph14cz/> obsahuje několik jednoduchých fyzikálních animací, například vrh, odraz postupné vlny, skládání sil a jiné. Učitel pouze zadá počáteční parametry (např. rychlost a úhel vrhu) a co všechno se má zobrazit (např. rychlost pohybu), spustí animaci a žáci vidí, jak se vybrané veličiny mění. Probíhající animaci lze zpomalit nebo zastavit. Podobná stránka je <http://www.spszl.cz/~vascak/modules/mydownloadf/>. Tato stránka je vhodná spíše pro mladší žáky. Obsahuje animace, ve kterých barevné postavičky předvádějí různé fyzikální problémy.

Další stránka, kterou chci zmínit, se zabývá vzdáleným experimentem. Jde o experiment, který je ovládán uživateli přes internet a snímán webkamerou. Zároveň s obrazem jsou přenášeny i základní vybrané údaje z měření. Stránka je zveřejněna na <http://kdt-12.karlov.mff.cuni.cz/index.php>

Kromě různých motivačních stránek lze na internetu najít i stránky, které nám pomohou počítač vybavený reproduktory použít jako zdroj tónů různé frekvence. Lze pak lépe vysvětlit pojmy jako hlasitost, výška tónu, nebo minimální a maximální slyšitelná frekvence. Při generování více tónů lze předvést různé interference, např. záněže. Program je ke stažení na

[http://www.freedownloadcenter.com/Multimedia and Graphics/Sound Generators/Tone and Waveform Generator.html](http://www.freedownloadcenter.com/Multimedia_and_Graphics/Sound_Generators/Tone_and_Waveform_Generator.html).



## ***Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4***

Na následující stránce postupně vzniká encyklopedie různých údajů typických vozidel, letadel, lodí a strojů. Stránka by měla pomáhat učitelům fyziky při tvorbě jejich vlastních příkladů. Pedagog zde nalezne např. výkony motorů u aut, rozměry a hmotnosti letadel, tažnou sílu lokomotiv a jiné parametry. Stránka je zatím ve vývoji, velice ocením případné náměty a tipy na doplnění problematiky. Je umístěna na <http://pdf.uhk.cz/coby/index.html>

Uvedený seznam stránek zdaleka není kompletní, cílem mého příspěvku je spíše inspirovat vás k hledání na internetu a vhodnému používání nalezených materiálů při výuce.

### **Odkazy:**

#### ***Všeobecné:***

[WWW.GOOGLE.CZ](http://WWW.GOOGLE.CZ)

[WWW.WIKIPEDIA.CZ](http://WWW.WIKIPEDIA.CZ)

[WWW.YOUTUBE.CZ](http://WWW.YOUTUBE.CZ)

#### ***Mythbusters:***

[HTTP://DSC.DISCOVERY.COM/FANSITES/MYTHBUSTERS/MYTHBUSTERS.HTML](http://DSC.DISCOVERY.COM/FANSITES/MYTHBUSTERS/MYTHBUSTERS.HTML)

[HTTP://MYTHBUSTERS.BLOGUJE.CZ/](http://MYTHBUSTERS.BLOGUJE.CZ/)

[HTTP://WWW.CLIXTV.CZ/INDEX.PHP?VIDEO\\_ID=JMJOYUJJ2Q&PAGE=1&TAG=MYTHBUSTERS](http://WWW.CLIXTV.CZ/INDEX.PHP?VIDEO_ID=JMJOYUJJ2Q&PAGE=1&TAG=MYTHBUSTERS)

#### ***Geometrické:***

[HTTP://GEONEXT.DE/](http://GEONEXT.DE/)

[HTTP://WWW.GEOGEBRA.ORG/CMS/](http://WWW.GEOGEBRA.ORG/CMS/)

[HTTP://MATHSRV.KU-EICHSTAETT.DE/MGF/HOMES/GROTHMAN/JAVA/ZIRKEL/DOC\\_EN/.](http://MATHSRV.KU-EICHSTAETT.DE/MGF/HOMES/GROTHMAN/JAVA/ZIRKEL/DOC_EN/)

#### ***Animace:***

[HTTP://WWW.WALTER-FENDT.DE/PH14CZ/](http://WWW.WALTER-FENDT.DE/PH14CZ/)

[HTTP://WWW.SPSZL.CZ/~VASCAK/MODULES/MYDOWNLOAD/](http://WWW.SPSZL.CZ/~VASCAK/MODULES/MYDOWNLOAD/)

#### ***Vzdálený experiment:***

[HTTP://KDT-12.KARLOV.MFF.CUNI.CZ/INDEX.PHP](http://KDT-12.KARLOV.MFF.CUNI.CZ/INDEX.PHP)

[HTTP://VLAB.EE.NUS.EDU.SG/VLAB/](http://VLAB.EE.NUS.EDU.SG/VLAB/)

#### ***Tónový generátor***

[HTTP://WWW.FREEDOWNLOADSCENTER.COM/MULTIMEDIA\\_AND\\_GRAPHICS/SOUND\\_GENERATORS/TONE\\_AND\\_WAVEFORM\\_GENERATOR.HTML.](http://WWW.FREEDOWNLOADSCENTER.COM/MULTIMEDIA_AND_GRAPHICS/SOUND_GENERATORS/TONE_AND_WAVEFORM_GENERATOR.HTML)

#### ***Parametry techniky***

[HTTP://PDF.UHK.CZ/COBY/INDEX.HTML](http://PDF.UHK.CZ/COBY/INDEX.HTML)

## Práce s učebnicí a internetem v hodinách fyziky na ZŠ

Jiří Tesař, katedra fyziky, Pedagogická fakulta JU, České Budějovice

### Inovované učebnice fyziky pro ZŠ

Zavedením RVP do školní praxe vyvstala potřeba také nově koncipovat učebnice fyziky, které by reagovaly na možnost uspořádat učivo podle vlastního pojetí tvůrců ŠVP. Jednou z možností, jak toho dosáhnout je uspořádat učivo podle tématických celků, jak jsou charakterizovány v RVP [1]. Samozřejmě, že i tato koncepce musí respektovat určité didaktické principy, jako je návaznost učiva a především princip postupné gradace učiva, který můžeme vyjádřit dvěma základními ideami „od jednoduchého ke složitějšímu“ a „od konkrétního k abstraktnímu“. Z těchto myšlenek vychází i koncepce inovované řady učebnic fyziky pro základní školy, kterou vydává nakladatelství SPN a.s. [2], [3], [4], [5].

Nová řada učebnic není určena pro jednotlivé ročníky, ale je rozdělena do 6 dílů zaměřených podle více méně zažitého členění učiva fyziky na ZŠ, a sice:

FYZIKA 1 – Měření fyzikálních veličin (délka, obsah, objem, hustota, čas, teplota)

FYZIKA 2 – Síla a její účinky – pohyb těles

FYZIKA 3 – Světelné jevy. Mechanické vlastnosti látek

FYZIKA 4 – Elektromagnetické děje

FYZIKA 5 – Energie

FYZIKA 6 – Zvukové děje. Vesmír

Toto rozdělení po tématických celcích místo po jednotlivých ročnících umožňuje větší variabilitu použití učebnic. Každý učitel si tak může zvolit pořadí jednotlivých témat podle vlastního školního vzdělávacího programu. Např. pro výuku optiky doporučujeme z důvodu lepšího provádění pokusů její zařazení do období říjen – prosinec, abychom se vyhnuli silnému jarnímu a letnímu světlu z vnějšku.

Novým přístupům k výuce fyziky odpovídá nejen rozdělení učiva do jednotlivých svazků i nové grafické zpracování učebnic. Kromě základního textu a obrázků obsahují učebnice i barevný pruh na okraji stránky, v kterém se nalézají především průniky učiva v mezipředmětových vazbách, průřezová témata, zajímavé aplikace, historický vývoj apod. Tento pruh může rovněž sloužit vyučujícím k didaktickým poznámkám k učivu a dalším organizačním záležitostem výuky daného učiva.

Hlavní ideou učebnic je propojení výuky fyziky s každodenní praxí, proto je v každém článku zařazeno mnoho ukázek praktických aplikací probíraného učiva a konkrétních úkolů a námětů na školní i domácí experimenty, stejně jako námětů na práci s osobním počítačem a moderní audiovizuální technikou.

Ucelená řada učebnic obsahuje více učiva než je potřeba k dosažení závazných výstupů. Je na tvůrcích ŠVP a každém vyučujícím do jaké hloubky a v jakém rozsahu bude učivo probráno, aby byly naplněny očekávané výstupy a v maximální míře rozvíjeny klíčové kompetence.

### Internet a učebnice – doplňky či konkurenti?

Odpověď by měla být jednoznačná – učebnice a internet se musí navzájem doplňovat. Pro mnohé vyučující stejně jako pro mnohé žáky tomu tak není.

Někteří učitelé, především ti dříve narození, vnímají internet jako neseřízný zdroj informací – vadí jim především obrovské množství odkazů na zadané heslo. Jejich obsah je mnohdy velmi problematický, někdy dokonce chybný, grafická a jazyková stránka na velmi nízké úrovni. Tady musíme být velmi obezřetní a z možností nabízených vyhledávačem si vybírat pouze seriózní odkazy, např. na encyklopedii Wikipedia [6], nebo oficiální stránky uznávaných vědeckých institucí, resp. vysokých škol apod. S velkou obezřetností musíme přistupovat k různým seminárním pracím a projektům vytvořeným jako výstup zadaného úkolu. Často však právě takovéto výstupy obsahují kromě zmiňovaných chyb a formálních nedostatků i mnoho zajímavých postřehů a námětů.

Z hlediska pohledu žáků je internet „nevyčerpatelným zdrojem informací“. Při zadání klíčového slova jen zřídka nenalezne vyhledávač nějaký odkaz, který by alespoň ve velmi stručné formě nepřinesl informaci o hledaném jevu nebo problému.

Největší přednost internetu je jeho rychlost, máme-li PC, který je připojen na internet, je nalezení požadované informace většinou záležitostí několika málo minut. Oproti klasickému vyhledávání informací v tištěné literatu-

ře odpadá pracné hledání v katalozích, objednávka příslušné literatury a další hledání v publikaci, např. podle rejstříku nebo obsahu.

Další výhodou, kterou naši žáci velmi využívají, je možnost „zkopírování“ hledané informace a její rychlé přenesení – zakomponování do vlastního textu. Takovýto „komfort“ jistě žádná tištěná učebnice neumožňuje. Navíc, klasické učebnice většina vyučujících zná, a tak jejich doslovné opsání je pro žáka spojeno s možností označení jeho díla jako „plagiát“.

Podíváme-li se na tento rozpor nezaujatě z hlediska očekávaných výstupů a z hlediska rozvoje klíčových kompetencí žáků, můžeme dospět k následujícímu řešení. Do klasických učebnic zakomponujeme odkazy na internet, žádejme po žácích vyhledávat různé zajímavosti a technické parametry jako rozšiřující poznatky k probíranému učivu. Vzhledem k tomu, že se jedná o „něco navíc“ nevádí mnohdy nepřiměřená forma informace, případně její některé drobné nepřesnosti. Žáci tímto způsobem poznají, že i ve škole mohou využívat informační tok internetu a získávají tak důležitý nástroj pro další praktické zaměření. Navíc tímto způsobem získávají návyk, že internet neslouží pouze k zábavě, ale také k seriózní „práci“, která je následně ohodnocena.

### **Práce s internetem při výuce fyziky na ZŠ**

Zdálo by se, že v běžných hodinách je práce s internetem výrazně omezena. Opak je však pravdou. Většinou máme v učebně fyziky alespoň jedno PC, případně notebook s připojením na mezinárodní počítačovou síť. Učitel může mít již dopředu nalezeny internetové adresy vhodných apletů, obrázků, schémat, grafů, fyzikálních konstant, technických parametrů různých fyzikálních jevů apod. Jinou možností je prezentace internetových materiálů o životě a objevech významných osobností, které se podílely na rozvoji fyzikálního poznání.

Ukažme si některé konkrétní možnosti využití internetu.

Jako první se nabízí vyhledání některých poznatků a informací už při didaktické analýze učiva ve fázi ***učitelovy přípravy na hodinu***. Za důvěryhodný a obsáhlý zdroj nejen fyzikálních informací, ale i poznatků z téměř všech oborů můžeme považovat otevřenou encyklopedii Wikipedia [6]. Tato encyklopedie funguje v české mutaci již od roku 2002 a obsahuje téměř 125 tisíc článků. Velkou předností této encyklopedie je její rozsáhlost a neustálá aktualizace. Dalším důvěryhodným zdrojem doplňkových informací je Fyzweb [7] - také tento portál umožňuje nalézt fundované informace. Samozřejmě, že můžeme využívat také informací vědeckých institucí, a dalších organizací zabývajících se danou problematikou.

Nesporně obrovským pomocníkem při výuce fyziky mohou být fyzikální aplety, např. [8], které je možné volně používat. Jejich nespornou předností je efektivní provedení, dynamičnost a samozřejmě nenáročnost na přípravu, pokud je srovnáváme s demonstračním a nebo dokonce s frontálním experimentem. Nesmíme však zapomenout, že jejich motivační účinek je nesrovnatelně menší než provedení „živého experimentu“. Při sledování apletů nelze rozvíjet praktické dovednosti ani vzájemnou kooperaci při práci ve skupině.

Jako vhodný příklad vyhledání rozšiřující informace můžeme uvést popis a vysvětlení principu tzv. úsporných žárovek (správně kompaktních zářivek) na Wikipedii – viz Obr. 1. Tyto poznatky jistě využijeme v učivu o elektřině a magnetismu, v tématickém celku „Jak pracují některá elektrická zařízení“ podle učebnice [5]. Vyučující z nalezených údajů o světelné účinnosti velmi přesvědčivě ukáže, jak každý z nás může ovlivnit spotřebu elektrické energie a přispět k environmentálnímu pohledu na svět.

Je samozřejmě, že vyučující nevystačí s tímto jediným zdrojem informací, ale bude vhodné vyhledat další články, které řeší především otázku finanční úspornosti při použití úsporných zářivek, resp. si naleznout a zkopírovat obrázky různých provedení „úsporných žárovek“. Při vlastní hodině potom může učitel s žáky diskutovat vhodnost těchto provedení pro nejrůznější prostředí a domácí či veřejné interiéry. Při hledání informací o kompaktních zářivkách samozřejmě narazíme na skutečnost, že obsahují v malém množství rtuť. Na základě této informace rozvineme s žáky diskusi o jejich ekologické likvidaci.



Obr. 1: Kompaktní zářivka

Také v průběhu *klasických hodin fyziky* jistě nalezneme mnoho příležitostí, jak propojit poznatky z učebnice s doplňujícími poznatky na internetu. V podstatě budeme realizovat ty postupy a využívat internetové odkazy, jejichž analýzu jsme již provedli v přípravě na hodinu. Např. při výuce meteorologie využijeme www stránky Meteopress, s.r.o. [9], přičemž můžeme s žáky probírat jednotlivé meteorologické prvky v lokalitě školy, včetně jejich předpovědi na příští dny. Jedná se např. o mapy teplot, srážek, větru, oblačnosti, satelitní a radarové snímky České republiky resp. celé Evropy apod. Práce s tímto zdrojem informací je pro žáky atraktivní také tím, že ve stejné nebo podobné formě znají předpovědi počasí v televizním vysílání, viz Obr. 2. Takováto práce s informacemi jistě naplní klíčové kompetence k řešení problémů a kompetence komunikativní a také výrazným způsobem přispěje k naplnění průřezového tématu Mediální výchova. Je zřejmé, že ne všechna témata fyziky jsou k takovému způsobu vhodná. Ale např. i při řešení fyzikálních úloh můžeme s žáky vyhledávat fyzikální konstanty, nebo jiné údaje v internetových tabulkách, nebo hledat hodnoty fyzikálních veličin, které uvádí výrobce různých dopravních prostředků apod.



Experiment č. 2<sup>1</sup>:

Úkol: Zjistěte, na jaké látky působí podkovovitý magnet.

**Řešení projektů** se stalo v poslední době vyučovací metodou, které je přisuzován velký význam. Při řešení projektů rozvíjí žáci především klíčové kompetence, jako jsou schopnost řešení problémů, kompetence komunikativní a kompetence sociální a personální. Kromě toho ve většině případů významně naplňují průřezové téma „mediální výchova“.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

Ve všech výše uvedených učebnicích [2], [3], [4], [5] a také v k nim určených metodických příručkách [10], [11], [12] je u většiny námětů na projekty uveden jako zdroj informací internet.

V [3] je jako námět na projekt uvedeno téma: Výpočet průměrných rychlostí dopravních spojů v síti ČD. Žáci mohou využívat tištěný jízdní řád ale určitě raději využijí informace získané z oficiálního internetového jízdního řádu ČD [13]. Po zadání nástupní a cílové stanice žáci získají informace o době odjezdu a příjezdu, času jízdy a délce trati. Pokud si „prokliknou“ na podrobný rozpis vyhledaného spoje, mohou zjistit všechny potřebné údaje k výpočtu průměrných rychlostí na jednotlivých úsecích daného spojení, viz Obr. 3.

Spojení		Odjezdy		Vývěsky		Objekty	
České Budějovice > Plzeň							
Datum	Odkud/Přestup/Kam	Přij.	Odj.	Pozn.	Spoje		
1.4.	České Budějovice Plzeň hl.n.	15:58	14:02		R 662 VAJGAR		
	1 hod 56 min, 136 km, 174 Kč / 131 Kč (zákaznické jízdné) jede denně						
1.4.	České Budějovice Plzeň hl.n.	17:58	16:02		R 664 JAKUB KRČIN		
	1 hod 56 min, 136 km, 174 Kč / 131 Kč (zákaznické jízdné) jede denně						

Draha spoje				
R 662 VAJGAR				
Stаницe	Přij.	Odj.	Pozn.	Km
Brno hl.n.		9:20		0
Náměšť n.Oslavou	10:07	10:09		43
Třebíč	10:30	10:32		63
Okříšky	10:45	10:46		75
Jihlava	11:18	11:24		104
Jihlava město	11:27	11:27		106
Kostelec u Jihlavy	11:41	11:42		119
Íhmí Čerekov	11:58	12:01		134
Požádky-Žirovnice	12:19	12:20		150
Jindřichův Hradec	12:43	12:45		171
Kardašova Řečice	12:59	13:00		183
Veselí n. Lužnicí	13:15	13:16		197
České Budějovice	13:48	14:02		236
Čičenice	14:26	14:27		266
Protivín	14:32	14:33		273
Ražice	14:39	14:40		282
Strakonice	14:51	14:52		296
Horažovice předm.	15:08	15:10		313
Nepomuk	15:29	15:30		338
Plzeň hl.n.	15:58			372

Obr. 3: Jízdní řád

Tak např. vyhledané spojení České Budějovice – Plzeň je pouze část rychlíku R662 Vajgar. Ze získaných údajů zjistíme, že průměrná rychlost uvedeného rychlíku na trati České Budějovice – Plzeň je  $70,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , průměrná rychlost na trati Brno – Plzeň je  $56,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , je třeba vzít v úvahu, že např. ve stanici České Budějovice tento rychlík stojí 14 minut, což se jistě výrazně projeví na jeho průměrné rychlosti. Na úseku Jihlava – Veselí n. Lužnicí, zmiňovaném v [11], má uvedený rychlík průměrnou rychlost dokonce pouze  $50,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , což jistě souvisí s kvalitou železnice, ale i s profilem trati na uvedeném úseku.

### Značení pneumatik



## 205/55 R16 91W

- 205 šířka pneumatiky v milimetrech
- 55 Profilové číslo - poměr výška/šířka pneumatiky v %
- R Konstrukce pneumatiky (R=radiální, D=diagonální, B=bias belted)
- 16 Průměr ráfku v palcích
- 91W Indexy zátěže a rychlosti (LI/SI)

Dunlop Výrobce  
SP Sport 2000E Model / dezén

Obr. 4: Popis pneumatik

nevyhovující stav je často příčinou mnoha dopravních nehod. Zadá-li žák heslo do vyhledávače, nalezne nepřehledné množství prodejců pneumatik, ale po pozorném výběru nalezne i několik odkazů, např. [14], které se zabývají popisem pneumatik, jejich vlastnostmi, tvarem dezénu, zatížením, uskladněním, výměnou apod. – viz.

Obr. č. 4. V příští hodině tak můžeme s žáky vést diskusi o zadané problematice, zamýšlet se nad všemi aspekty souvisejícími s pneumatikami, především s bezpečností silničního provozu. Takováto domácí příprava je pro žáky motivující především svojí „každodenností“ a z hlediska rozvíjení klíčových kompetencí nanejvýš žádoucí. Ideální by jistě bylo, zadávat takovéto úkoly v průběhu vyučovací hodiny fyziky, to však vzhledem k časové dotaci a naplnění ŠVP není možné.

## **Závěrem**

Cílem tohoto příspěvku bylo ukázat některé možnosti využití internetu při výuce fyziky v souvislosti s inovovanou sadou učebnic fyziky pro ZŠ od nakladatelství SPN a. s. Samozřejmě, že uvedené návrhy jsou pouze ilustrativní, protože možností vzájemného doplňování učebnic a internetu při výuce fyziky na ZŠ existuje velké množství. Bylo by nanejvýš žádoucí, aby všichni vyučující vzali na vědomí ten fakt, že internet se stal nedílnou součástí života našich žáků a tuto skutečnost využili k zatraktivnění výuky především o praktické poznatky a poskytlí žákům prostor pro jejich vlastní aktivitu a seberealizaci.

## **Seznam použité literatury:**

- [1] [http://www.rvp.cz/soubor/RVPZV\\_2007-07.pdf](http://www.rvp.cz/soubor/RVPZV_2007-07.pdf)
- [2] Tesař, J., Jáchim, F.: Fyzika 1 pro základní školu, SPN Praha 2007, ISBN 978-80-7235-347-7
- [3] Tesař, J., Jáchim, F.: Fyzika 2 pro základní školu, SPN Praha 2008, ISBN 978-80-7235-381-1
- [4] Tesař, J., Jáchim, F.: Fyzika 3 pro základní školu, SPN Praha 2009, ISBN 978-80-7235-414-6
- [5] Tesař, J., Jáchim, F.: Fyzika 4 pro základní školu, SPN Praha – v tisku
- [6] [http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD\\_strana](http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD_strana)
- [7] <http://fyzweb.cz/novinky/index.php>
- [8] <http://www.walter-fendt.de/ph14cz/>
- [9] <http://www.meteopress.cz>
- [10] Tesař, J., Jáchim, F.: Fyzika 1 pro ZŠ – metodická příručka, SPN Praha 2007, ISBN 978-80-7235-361-3
- [11] Tesař, J., Jáchim, F.: Fyzika 2 pro ZŠ – metodická příručka, SPN Praha 2008, ISBN 978-80-7235-409-2
- [12] Tesař, J., Jáchim, F.: Fyzika 3 pro ZŠ – metodická příručka, SPN Praha 2009 – v tisku
- [13] <http://jizdnirady.idnes.cz/vlaky/spojeni/>
- [14] <http://www.az-pneu.cz/index.php?goto=technik>

## Composite Dielectrics and Thermodielectric Effect

*Martin Tomáš, Department of General Physics, Faculty of Education, University of West Bohemia*

Dielectrics are important group of materials. Nowadays there is only a few experiments with dielectrics. I would like to find new experiments and new dielectric materials. I am interested in composite dielectrics.

To expose some properties of dielectrics you have to use material with great value of dielectric constant. These materials are for the most part liquid, expensive or dangerous. To illustrate properties of dielectrics at school it is necessary to use solid, cheap and safe material with great value of dielectric constant. I decided to make composite dielectric.

This dielectric is two-part composite material. As a dielectric matrix I used colourless varnish. Second component of this material is metal. I used three kinds of metal – chromium, zinc and iron. I made a measurement of granula middle size. Zinc and iron granula middle size was about 10  $\mu\text{m}$ , chromium particles was larger – about 0,3 mm. The dielectric constant of these samples was measured with LCR meter ELC – 131D for two frequencies (120 Hz and 1 kHz).

Material	Granula size	Frequency	Dielectric constant	Notice
Chromium	~ 0,3 mm	1 kHz	19,12	closely after making sample
		120 Hz	7,91	definitely hardened
		1 kHz	7,85	
Iron	1 – 10 $\mu\text{m}$	120 Hz	5,67	definitely hardened
		1 kHz	4,91	
Zinc	1 – 10 $\mu\text{m}$	120 Hz	2,06	definitely hardened
		1 kHz	2,07	

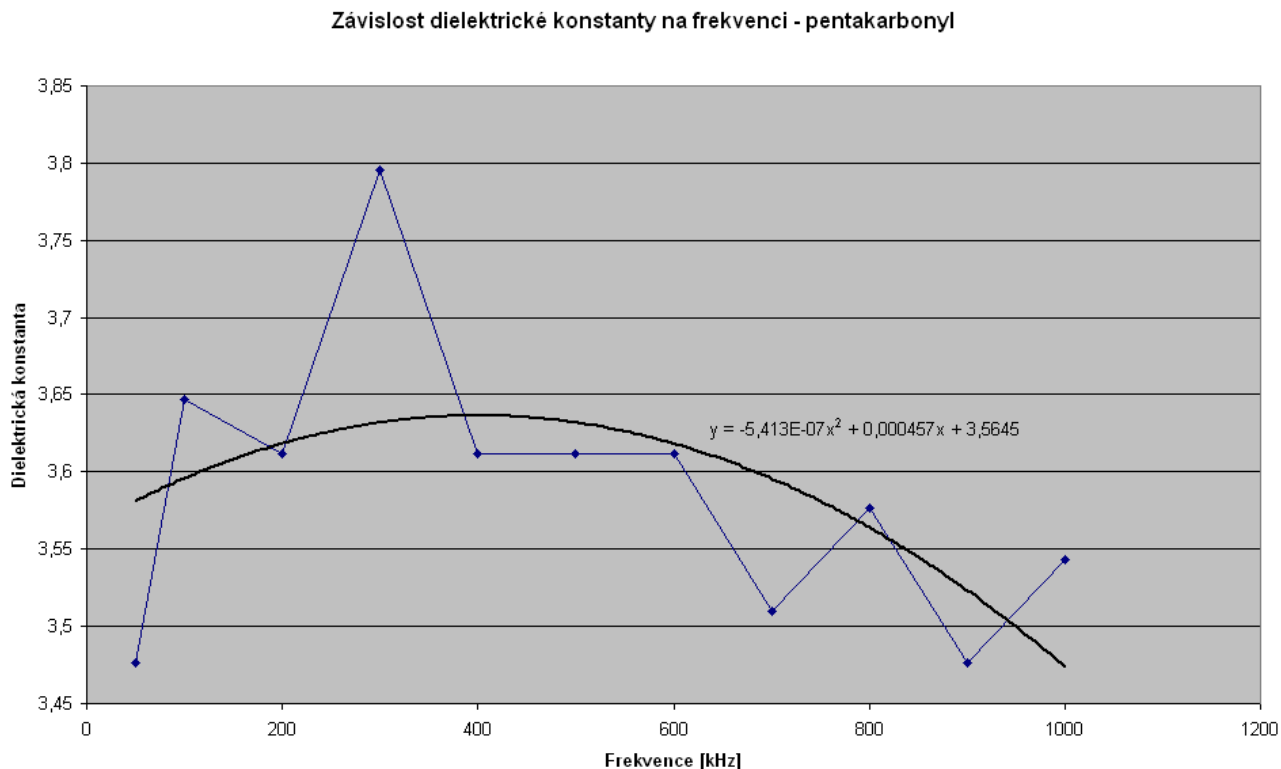
*Table 1: Properties of composite dielectrics*

I made cylindrical samples of composite dielectrics and then I made a measurement of frequency and temperature dependency of dielectric constant.

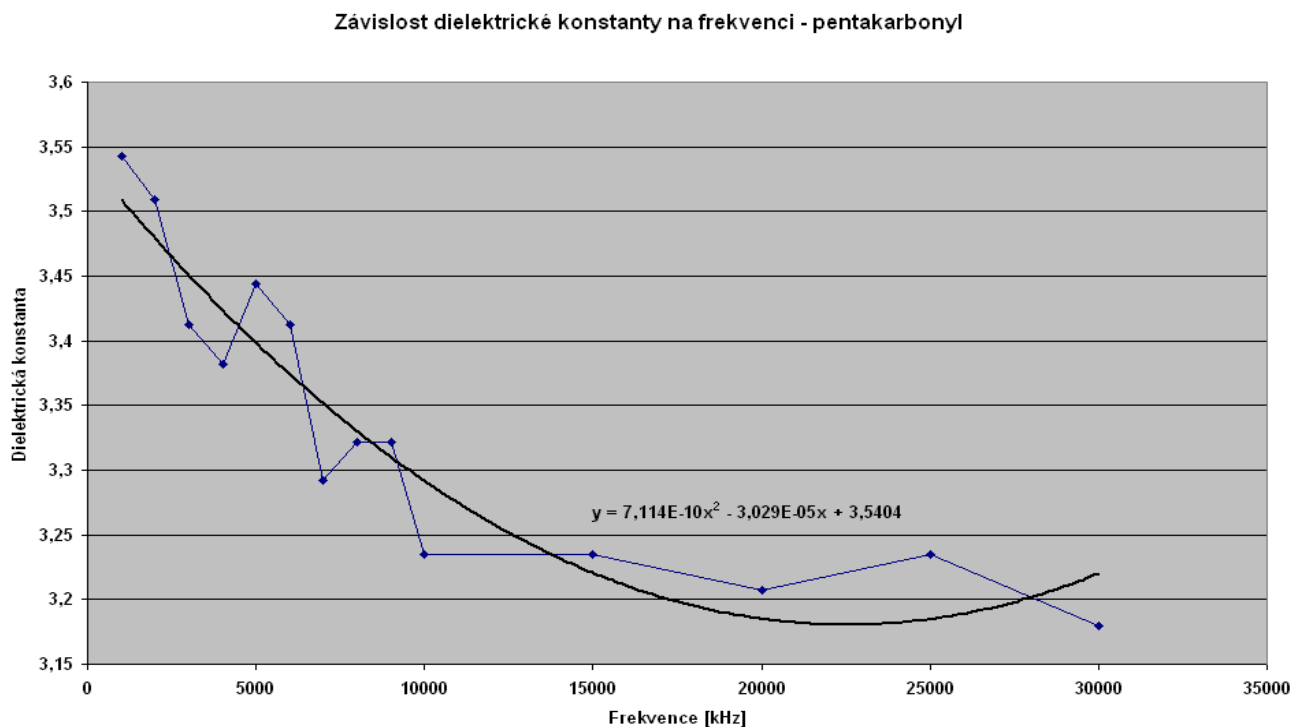


*Fig. 1: Cylindrical sample – chromium*

To measure frequency dependency of dielectric constant I used Tesla dielectric sample holder BP 311.0 and Tesla Q – meter BM 311G. The measurement was made for frequencies from 50 kHz to 50 MHz.



*Fig. 2: Frequency dependency of dielectric constant of iron (low frequency)*



*Fig. 3: Frequency dependency of dielectric constant of iron (high frequency)*



## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

I also made a measurement of temperature dependency of dielectric constant of chromium sample and colourless varnish. I boiled silicon oil with sample and made measurement of dielectric constant for various temperatures. The measurement was made for temperatures from 5 °C to 130 °C.

### Colourless varnish

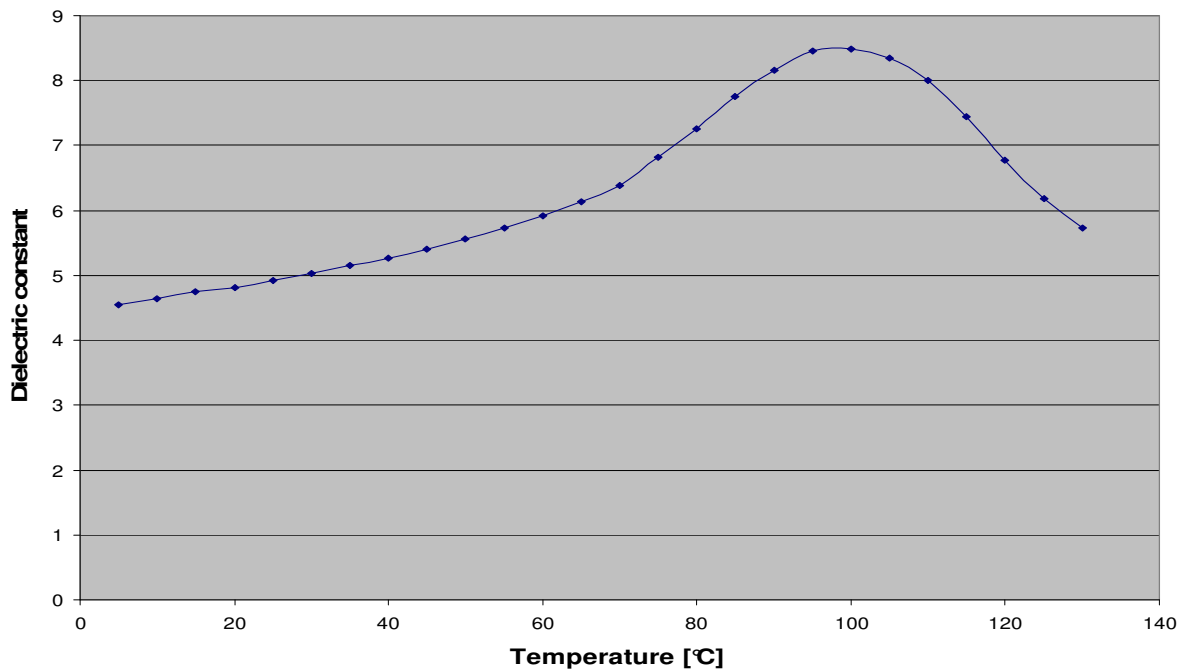


Fig. 4: Temperature dependency of dielectric constant of colourless varnish

### Chromium

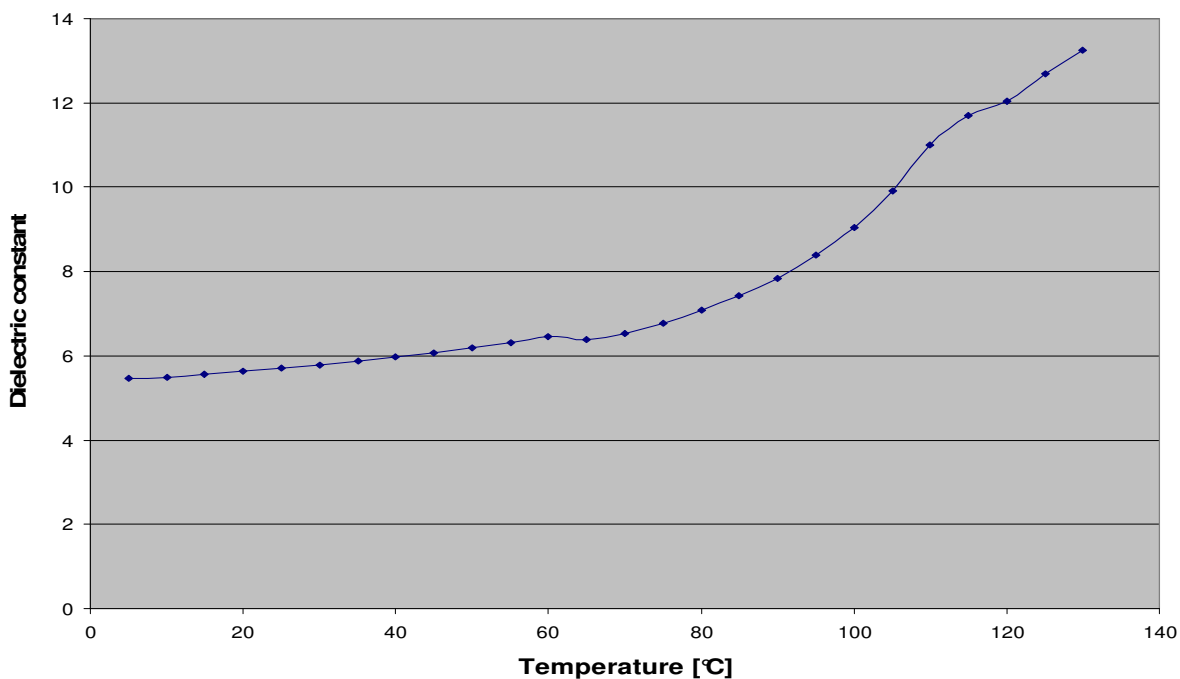


Fig. 5: Temperature dependency of dielectric constant of chromium sample

## **Thermoelectric effect**

Costa Ribeiro, a Brazilian physicist, discovered in 1944 that solidification and melting of some dielectrics accompanied by charge separation. This effect is also known as Costa Ribeiro effect. He found that the phenomenon is observed only if the phase change proceeds in an orderly fashion, that is, if a definite phase boundary (interface) exist between the solid and liquid phase. First observations concerned dielectrics like carnauba wax, naphthalene (where the effect is particularly strong) and paraffin. Costa Ribeiro concluded that the effect was a general one: Production of currents and charge separation in dielectrics during phase changes. This effect was also observed during water freezing period. Electrical storm effects can be caused by this strange phenomenon. Potential of several hundred volts can be observed during solidification of aqueous solutions. The ice phase was at a negative potential relative to the water phase during solidification. A satisfactory mechanism of the thermoelectric effect has not yet been given. Effect was measured by many researchers – Bernardo Gross, Armando Dias Tavares, Sergio Mascarenhas.

## **Literature**

- [1] Gross, B.: Theory of Thermoelectric effect. Physical Review 94, strana 1545-1551, 1954.
- [2] Hassdenteufel, J.: Izolanty. 1.vyd. Praha: SNTL, 1962. 192 s.
- [3] Mentlík, V.: Dielektrické prvky a systémy. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2006. 240 s. ISBN 80-7300-189-6
- [4] Van Vleck, J.H.: The Theory of Electric and Magnetic Susceptibilities. Oxford: Clarendon Press, 1932. 404 s.
- [5] Havel, V.: Úvod do teorie elektromagnetického pole. Plzeň: Pedagogická fakulta, 1984.

## Videostudie procesu osvojování dovedností a její následné využití pro přípravu budoucích učitelů fyziky

*Ivana Vaculová, katedra fyziky, PdF, MU, Brno*

*Milan Kubiátko, Centrum pedagogického výzkumu, PdF, MU, Brno*

### 1 Úvod

Během videostudie výuky fyziky zkoumající proces osvojování dovedností žáků základní školy, jejíž metodologie a hlavní výsledky jsou stručně popsány v tomto příspěvku, bylo zjištěno několik skutečností, které by mohly negativně ovlivnit úroveň dovedností žáků. Aby byly tyto nedostatky v budoucnu co nejvíce minimalizovány, je třeba pokusit se jim předcházet již vhodnou přípravou budoucích učitelů fyziky. Na základě výsledků videostudie a dalších výzkumů uskutečněných v přírodovědném vzdělávání bylo tedy vymezeno několik problémových oblastí, na které je žádoucí se zaměřit. Tyto oblasti se staly podkladem pro tvorbu elektronického učebního prostředí pro studenty učitelství fyziky s pracovním názvem CPV videoweb.

### 2 Teoretická východiska

Tato kapitola uvádí vybraná teoretická východiska, která vedla linii níže popisovaného výzkumu. Odborná literatura poskytuje několik definic dovednosti. Za nejvhodnější lze považovat definici Švece (1998). Dovednost chápe jako získanou komplexní způsobilost k řešení úkolů a problémových situací, která se projevuje pozorovatelnou činností. Skládá se ze dvou částí, a to z vnější a z vnitřní. Vnější část představuje určitou činnost subjektu a je přístupná přímému pozorování, zatímco vnitřní část je přímému pozorování skryta a zahrnuje motivy k činnosti, schopnosti, styly poznávání, myšlení a učení (Švec 1998).

Osvojování dovedností bylo v minulosti někdy mylně vysvětlováno jako pouhé mechanické opakování, trénink nebo dokonce i dril. Na základě výzkumů se však tento názor postupně vyvrací, neboť k pochopení osvojované dovednosti dochází především tehdy, ocitne-li se žák v problémové situaci, kterou musí úspěšně vyřešit. Učitel může žákům navozovat problémové situace zejména prostřednictvím učebních úloh. Proto považujeme za užitečné, nahlížet na proces osvojování dovedností také z pohledu přítomnosti a druhů učebních úloh. *Učební úlohou* je nazývána „...každá pedagogická situace, která se vytváří proto, aby zajistila u žáků dosažení určitého učebního cíle. Je zaměřena na pět aspektů učení: obsahový, stimulační (motivační), operační, formativní a regulativní“ (Průcha, Walterová, Mareš 2003, s. 258). Podobně D. Holoušová (1983) definuje *učební úlohy* jako širokou škálu všech učebních zadání, a to od nejjednodušších úkolů, vyžadujících pouhou pamětní reprodukci poznatků, až po složité úkoly, vyžadující tvořivé myšlení.

S vyzdvižením významu řešení *učebních úloh* se setkáváme např. u Talyzinové (1988, s. 76), která poukazuje na to, že „...bez problémů, bez úloh se nemůže dosáhnout osvojení vědomostí a dovedností“. Jak uvádějí Kalhous a Obst (2002, s. 328) „...učební úlohy jsou jedním z nejdůležitějších nástrojů řízení učení a aktivizace žáků“. Přitom platí, že v každé etapě procesu osvojování dovedností plní *učební úlohy* různou funkci. V motivační etapě je jejich úkolem motivovat žáka, v krystalizační etapě slouží k předvedení postupu osvojované dovednosti a k osvojení dílčích dovedností a návyků nezbytných pro správné osvojení nové dovednosti. V krystalizační etapě se žáci učí řešit jednoduché reproduktivní úlohy, v nichž se daná dovednost uplatňuje, a v dotvářecí etapě pak složitější a problémové úlohy vyžadující tvořivý přístup. V integrační etapě, která spočívá v zařazení dovednosti do celého komplexu dovedností nebo do kompetence žáka, mají žáci řešit úlohy komplexní povahy, a to jak mezipředmětové, tak praktické úlohy z domácnosti a projekty (Trna 2008). Teprve potom dochází ke správnému a trvalému osvojení dovednosti s možností jejího využití při řešení praktických problémových situací.

### 3 Cíle a metodologie výzkumu

Cílem výzkumného šetření bylo zjistit, jaké postavení zaujímají učební úlohy v procesu osvojování dovedností během výuky fyziky, posoudit zastoupení úloh z hlediska jednotlivých etap tohoto procesu a dále pak sledovat, jaký typ řešení vyžadují úlohy nejčastěji a kdo je jejich nejčastějším řešitelem.

Výše zmíněných cílů bylo dosahováno prostřednictvím videostudie, tj. pozorování výuky na základě videozáznamu s následnou analýzou tohoto videozáznamu. Pozorování videozáznamu bylo strukturované, tzn. již před začátkem pozorování byly přesně stanoveny pozorované kategorie. Celkem se jednalo o pět kategorií, jež se dále dělily do několika subkategorií označených číselnými kódy (tab. 1). U každé subkategorie bylo v manuálu

pro kódování uvedeno její obsahové vymezení, popis z pohledu pozorovatele, typické slovní podněty, případně další komentář (více v Vaculová, Trna, Janík 2008). Při sledování kategorií bylo používáno jak *kódování jevů*, při kterém pozorovatel zaznamenal kód v okamžiku, kdy jev spatřil (pro zjištění četností jednotlivých druhů úloh), tak *časové kódování*, kdy pozorovatel pomocí kódu zaznamenával v desetisekundových intervalech právě probíhající jev. Kódování videozáznamů probíhalo v programu Videograph (Rimmele 2002).

Kategorie	Číselné kódy a subkategorie	
Osvojování dovednosti	0 Výuka neprobíhá 1 Před osvojováním zkoumané dovednosti	2 Osvojování zkoumané dovednosti 3 Po osvojování zkoumané dovednosti
Zastoupení úloh	1 Práce s úlohou	2 Ostatní výuka
Etapa procesu osvojování dovedností, do které pozorovaná úloha patří	1 Orientační etapa 2 Krystalizační etapa	3 Dotvářecí etapa 4 Integroční etapa
Fáze řešení úlohy	1 Zadávání úlohy 2 Řešení úlohy	3 Zhodnocení řešení 4 Úklid pomůcek
Typ řešení	1 Slovní řešení 2 Početní řešení	3 Grafické řešení 4 Experimentální řešení
Řešitel úlohy	1 Úlohu řeší učitel 2 Učitel v interakci se žáky 3 Vyvolaný žák s pomocí učitele 4 Všichni žáci podle pokynů učitele	5 Žáci ve skupinách 6 Každý žák samostatně 7 Jiným způsobem

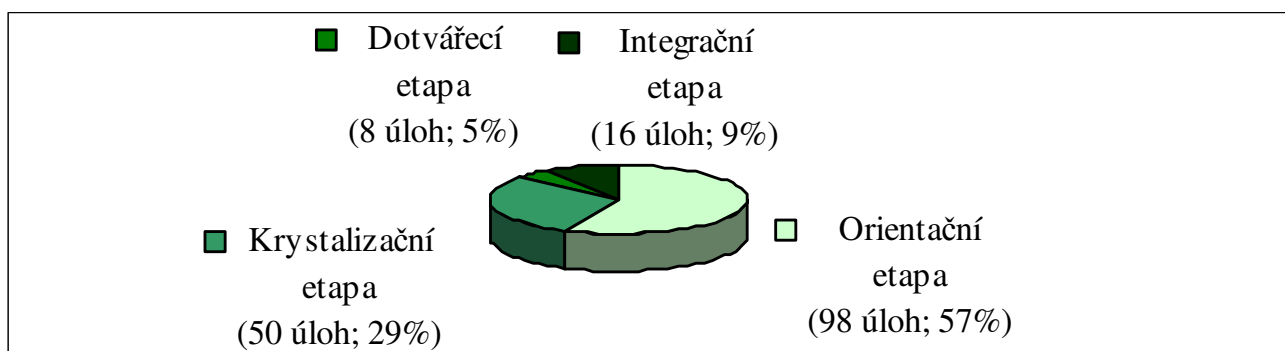
*Tab. 1: Struktura kategoriálního systému*

Výzkumný soubor tvořilo 27 vyučovacích hodin natočených v rámci CPV videostudie fyziky k tématu skládání sil (Janík, Miková 2006). Vyučovalo je 8 učitelů v 8 třídách (s celkem 177 žáky) na druhém stupni brněnských základních škol. Délka praxe učitelů se pohybovala v rozmezí 2–28 let. Všichni učitelé byli kvalifikováni pro výuku fyziky.

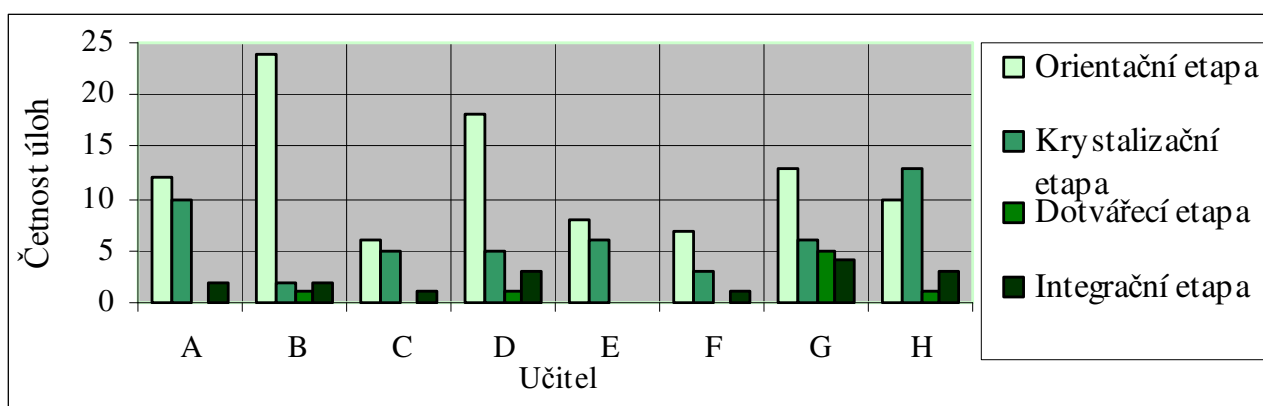
#### 4 Výsledky výzkumu

Průměrný počet úloh řešených během osvojování dovednosti byl 21, což vycházelo průměrně na 6 úloh za jednu vyučovací hodinu. U jednotlivých učitelů se však četnost úloh velmi lišila a pohybovala se v rozmezí od 11 do 29 úloh. Z hlediska časového zastoupení tvořila práce s úlohami 63 % všech posuzovaných sekvencí.

Při posuzování druhů úloh z hlediska jednotlivých etap procesu osvojování dovedností se ukázalo, že jejich zastoupení je velmi nerovnoměrné (graf 1). Téměř 57 % úloh řešených během výuky totiž odpovídalo etapě orientační a 29 % etapě krystalizační. Podstatně méně byly při výuce zastoupeny úlohy z etapy dotvářecí (5 %) a integroční (9 %). U některých učitelů se dokonce tyto úlohy nevyskytovaly vůbec (graf 2).

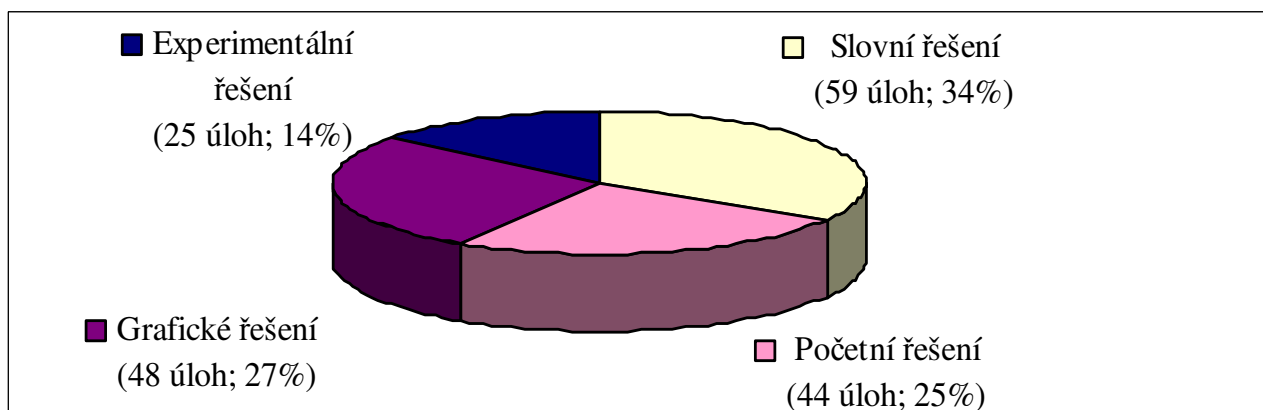


*Graf 1: Celkové četnosti úloh podle druhu etapy procesu osvojování dovedností*

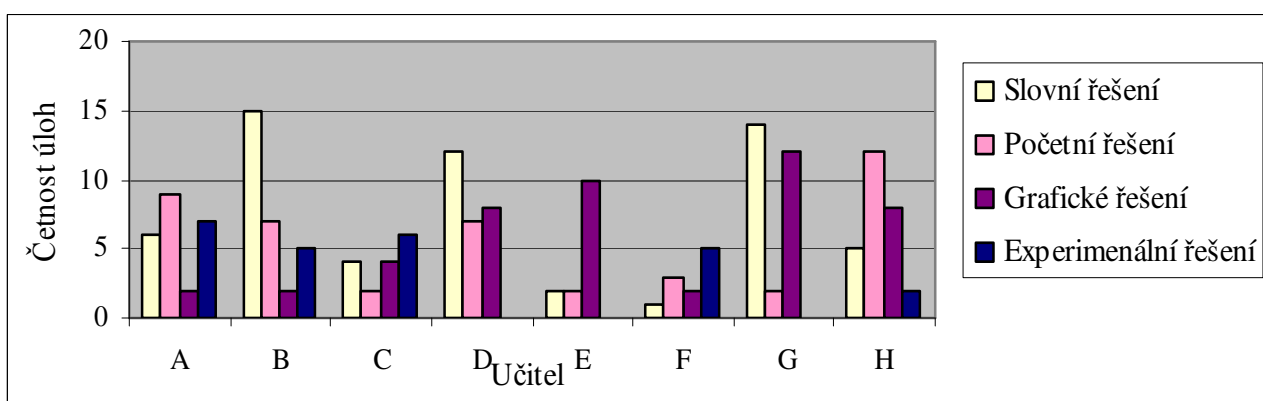


Graf 2: Četnosti úloh podle druhu etapy procesu osvojování dovedností u jednotlivých učitelů

Podobně byly posuzovány druhy úloh podle způsobu požadovaného řešení. Nejvíce úloh bylo řešeno slovně (34 %), o něco méně bylo úloh vyžadujících grafické řešení (27 %) a dále pak úloh řešených početně (25 %). Překvapivé bylo zjištění, že pouze 14 % úloh vyžadovalo řešení experimentální (graf 3), přitom u třech učitelů tento druh řešení nebyl zastoupen vůbec (graf 4).



Graf 3: Celkové četnosti úloh podle druhu řešení u všech učitelů



Graf 4: Četnosti úloh podle druhu řešení u jednotlivých učitelů

Dále bylo pomocí kategorie řešitel úlohy zjišťováno, do jaké míry jsou žáci zapojeni do řešení úlohy. Výchoziskem pro nás byla skutečnost, že žák se učí nejlépe tehdy, projevuje-li vlastní tvořivou aktivitu. Ze zjištěných výsledků vyplývá, že žáci měli možnost řešit samostatně pouze 20 % úloh a ve skupinách 12 % úloh. U zbývajících úloh byl hlavním aktérem učitel, který řešil úlohy samostatně (6 %) nebo v interakci se žáky (38 %), případně jeden vyvolaný žák, který však většinou postupoval podle pokynů učitele (21 %). Zbývajících úloh řešili všichni žáci podle přesných pokynů učitele (3 %). U některých učitelů žáci příležitost k samostatnému nebo skupinovému řešení úloh nedostali.

## 5 Diskuse výsledků

Z výsledků výzkumu je patrné, že ve výuce značně převládaly úlohy z orientační a z krystalizační etapy procesu osvojování dovedností, nad úlohami patřícími do etapy dotvářecí a integrační. Většina učitelů zařazovala úlohy z posledních dvou etap do výuky jen ojediněle. Jejich opomíjení však může mít za následek neschopnost žáků řešit integrované mezipředmětové a problémové úlohy a projekty. Tyto výsledky korespondují také s výzkumem úrovně dovedností žáků, při kterém se ukázalo, že žáci měli velké problémy s řešením úloh právě z etapy dotvářecí a integrační (Vaculová 2008). Rovněž během výzkumu PISA 2003 žáci dosáhli podstatně horších výsledků v úlohách, při kterých museli své vědomosti a dovednosti uplatnit v nových neobvyklých situacích a v úlohách, které měly experimentální povahu (Straková, Potužníková, Tomášek 2006). Také v našem výzkumu se ukázalo, že jen malá část úloh vyžaduje od žáků experimentální řešení a u některých učitelů tento typ úloh nebyl zaznamenán vůbec. Přitom Trna, Trnová (2008) uvádějí, že žáky ve výuce přírodovědných předmětů lákají především experimenty a problémové úlohy. Při posuzování druhu řešitele se ukázalo, že nejčastěji řešil úlohy učitel v interakci se žáky a že většina učitelů při řešení úloh málo využívala práci žáků ve skupinách a samostatnou práci žáků.

Tyto skutečnosti by mohly vést k nedostatečnému rozvoji některých klíčových kompetencí vymezených v cílech Rámcového vzdělávacího programu. Zejména se jedná o kompetenci k učení (především samostatně experimentovat, získané výsledky kriticky posuzovat a vyvozovat z nich závěry pro využití v budoucnosti), kompetenci k řešení problémů (vnímat a rozpoznávat problémové situace, pochopit problém, naplánovat způsob jeho řešení a vyřešit) a kompetenci sociální a personální (chápat potřebu efektivně spolupracovat s druhými při řešení daného úkolu, pozitivně ovlivňovat kvalitu společné práce).

## 6 Tvorba elektronického učebního prostředí pro budoucí učitele fyziky

V současné době je k dispozici celá řada elektronických učebních prostředí, která přinášejí do učitelského vzdělávání nové změny. Jsou v nich zapracovány videozáznamy z výuky různých vyučovacích předmětů, z různých typů a stupňů škol, z různých zemí světa. Jedná se například o Lesson Lab, které umožňuje učitelům studovat jejich vlastní praxi za pomoci videozáznamů a dalších materiálů (Newhouse, Lane, Brown 2007). Pak je to IMST<sup>2</sup> (Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching), které slouží jako prostředek rozvíjení učitelských kompetencí v oblasti reflexe a realizace výuky matematiky a přírodních věd. Dalším příkladem může být učební prostředí LUV (Lernen aus Unterrichtsvideos), což je učební a diagnostické prostředí, v němž mají učitelé možnost pozorovat krátké videosekvence z výuky fyziky. U každé ze sekvencí jsou k dispozici otázky a úlohy, které mají řešit (Seidel et al. 2006).

Na základě výsledků výzkumu bylo vymezeno několik hlavních problémových oblastí, na které je účelné se zaměřit během přípravy budoucích učitelů fyziky. Tyto oblasti se staly východiskem pro tvorbu elektronického učebního prostředí s pracovním názvem CPV videoweb, realizovaného Centrem pedagogického výzkumu PdF MU. Záměrem je koncipovat elektronické učební prostředí, obsahující videozáznamy výuky. Jeden z důvodů vytváření videowebe spočívá v každoročně narůstajícím počtu studentů učitelství, což vyvolává otázku, jak v dané situaci realizovat praktickou složku profesní přípravy učitelů. Úlohou videowebe není nahradit pedagogické praxe, ale připravit na ně studenty. Předpokládáme, že pokud budou studenti používat CPV videoweb již před nástupem na praxi, budou schopni kompetentněji pozorovat a interpretovat výukové situace, s nimiž se na praxích setkají (Janíková, Janík, Knecht, Kubiátko, Sebera 2008).

U každé z problémových oblastí bylo vymezeno několik dílčích okruhů, k nimž byly dále vytvářeny úlohy pro studenty:

- Experimentální výuka
  - zařazování experimentů založených na práci s hypotézami;
  - správné provádění experimentů (seznámení s cílem experimentu, komentování jednotlivých kroků, průběžné kladení otázek apod.);
  - řešení experimentálních úloh.
- Problémová výuka
  - zprostředkování nového učiva problémovou metodou (formulace motivačních problémů a problémových situací ze života žáků, tzn. objevování fyzikálních jevů a zákonitostí společně se žáky, namísto pouhého informování o nich);

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

- problémové úlohy pro procvičování a opakování osvojených vědomostí a dovedností (naučit se rozpoznávat a formulovat úlohy tohoto typu).
- Aplikace získaných vědomostí a dovedností
  - učební úlohy podporující aplikaci osvojených vědomostí a dovedností v praktickém životě, komplexní úlohy.
- Aktivita žáků, samostatná a skupinová práce
  - aktivní zapojení žáků během všech fází výuky, možnost samostatné práce;
  - organizace skupinové práce (dělba práce, spolupráce, kontrola ze strany učitele aj.).

V dalším kroku byly k výše uvedeným oblastem vybrány 1 – 3 minutové videosekvence výuky fyziky, které je ilustrují. K tomuto účelu posloužily videonahrávky výuky fyziky získané během videostudie TIMSS 1999, cílem které bylo popsat a analyzovat výuku v pěti předmětech (kromě fyziky v biologii, geografii, chemii a matematice). Hlavní pozornost byla zaměřena na zkoumání příležitostí k učení, které žákům nabízí výuka v těchto předmětech. Výsledkem bylo, že na hodinách výše zmíněných předmětů převažuje interakce s celou třídou s důrazem na obsahovou správnost probíraného tematického celku. Značná část hodiny je věnovaná opakování, hodnocení a zprostředkovávání nového učiva. Relativně málo času mohou žáci věnovat individuální práci (Janík, Miková 2006). Účastí na těchto videostudiích se učitelé zavázali k souhlasu, že natočené hodiny mohou být použity k následné analýze a získané výsledky mohou být také publikovány.

Celkem se jednalo o záznamy 17 vyučovacích hodin k různým tématům (třecí síla, práce, výkon, změny skupenství, elektrický proud, elektrické napětí aj.), z nichž bylo vybráno 32 videosekvencí. Jednotlivé oblasti a okruhy nelze striktně oddělit, neboť se vzájemně prolínají, proto se také některé videosekvence týkají současně více problémových oblastí. Ke každé z nich byla dále vytvořena sada úloh pro studenty. V současné době je k dispozici celkem 72 úloh. Jedná se o:

### a) Úlohy s výběrem odpovědí

*Např.: Určete, o jaký druh učební úlohy se jedná:*

- a) Úloha vyžadující reprodukci poznatků.
- b) Úloha vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatkem.
- c) Problémová úloha vyžadující složité myšlenkové operace s poznatkem.

### b) Úlohy založené na škálování

*Např.: Posuďte, do jaké míry výroky popisují situaci zachycenou na videozáznamu:*

- Před zahájením experimentu byla vyslovena hypotéza.
- Žáci mají možnost, sami si zvolit způsob provádění experimentu a naplánovat jeho postup.
- Takto provedený experiment rozvíjí dovednost žáků řešit problémové situace.
- Učitel průběžně řídí práci žáků.
- Učitel dohlíží na to, aby se žáci v jednotlivých skupinách při provádění experimentu střídali.
- V průběhu experimentu učitel klade žákům dostatečné množství otázek.
- Učitel průběžně žáky kontroluje a poskytuje jim tak potřebnou zpětnou vazbu.

### c) Úlohy založené na otevřené otázce

*Např.:*

- Na základě shlédnuté videosekvence uveďte, které dovednosti si žáci během experimentu osvojují, příp. procvičují.
- Uveďte, jak byste zadání problémové situace formulovali vy.
- Následující dvě videosekvence jsou ukázkami z vyučovacích hodin u dvou různých učitelů. Napište, v čem shledáváte shody a v čem rozdíly. Posuďte přístupy obou učitelů.

d) Komplexní úlohy

Např.: Na ukázce jste viděli zavádění veličiny elektrické napětí. Stručně popište, jak byste postupovali při zavádění veličiny elektrické napětí vy.

Videosekvence a k nim připojené sady úloh jsou v současné době pomocí techniků zabudovávány do webového prostředí Pedagogické fakulty v Brně (Obr. 1). Od příštího semestru budou využívány během seminářů didaktiky fyziky.

Následující videosekvence zachycuje průběh frontálního žakovského pokusu. Po skončení tohoto pokusu, učitel společně se žáky vyvozoval závislost třecí síly na hmotnosti tělesa.

A. Posuďte, do jaké míry výroky popisují situaci zachycenou na videozáznamu:



	rozhodně ano	spíše ano	nevím se přiklonit k žádné z možností	spíše ne	rozhodně ne
Před zahájením experimentu byla vyslovena hypotéza.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Žáci mají možnost, sami si zvolit způsob provádění experimentu a naplánovat jeho postup.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Takto provedený experiment rozvíjí dovednost žáků, řešit problémové situace.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Učitel průběžně řídí práci žáků.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Učitel dohlíží na to, aby se žáci v jednotlivých skupinách při provádění experimentu střídali.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
V průběhu experimentu učitel klade žákům dostatečné množství otázek.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Učitel průběžně žáky kontroluje a poskytuje jim tak potřebnou zpětnou vazbu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Obr. 1: Ukázka prostředí videoweby

## 7 Závěr

Z výsledků výzkumů vyplývá nedostačující zastoupení úloh, které by žákům umožňovaly řešit problémové situace ze života, mezipředmětové úlohy a experimentální úlohy. Navíc v mnoha hodinách byl hlavním aktérem řešení úloh učitel, žáci měli malou příležitost k samostatné práci. K pozitivní změně pozorovaného stavu by mohl přispět navrhovaný videoweb, který pomocí videozáznamů výuky a k nim připojených úloh bude mimo jiné podněcovat také využívání všech typů úloh, nutných pro správné a trvalé osvojení dovedností žáků.

*Tento příspěvek vznikl v rámci Programu rektora MU na podporu tvůrčí činnosti studentů č. 20081441D0006.*



## **Literatura**

- [1] Holoušová, D. Teorie učebních úloh. In: Studijní text pro přípravu učitelů pedagogiky na nové pojetí výchovně vzdělávací práce na SPgŠ. Praha: ÚÚFPP, 1983.
- [2] Janík, T., Miková, M. Videostudie: výzkum výuky založený na analýze videozáznamu. Brno: Paido, 2006.
- [3] Janíková, M., Janík, T., Knecht, P., Kubiátko, M., Sebera, M. CPV videoweb: tvorba elektronického učebního prostředí pro didaktickou přípravu budoucích učitelů. Pedagogické praxe a oborové didaktiky. Brno: MSD, 2008. s. 151–156.
- [4] Kalhoust, Z., Obst, O. a kol. Školní didaktika. Praha: Portál, 2002, s. 328.
- [5] Newhouse, C. P., Lane, J., Brown, C. Reflecting on teaching practices using digital video representation in teacher education. Australian Journal of Teacher Education, 2007, vol. 32, no. 3, unpagated, 12p.
- [6] Průcha, J., Walterová, E., Mareš, J. Pedagogický slovník – 4. aktualizované vydání. Praha: Portál, 2003, s. 258.
- [7] Rimmel, R. Videograph. Multimedia-Player zur Kodierung von Videos. Kiel: IPN, 2002.
- [8] Seidel, T., Prenzel, M., Rimmel, R., Schwindt, K., Kobarg, M., Herweg, C., Dalehefte, I. M. Unterrichtsmuster und ihre Wirkung: Eine Videostudie im Physikunterricht. In Prenzel, M., Allolio-Näcke, L. (Hrsg.). Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Münster – New York – München – Berlin: Waxmann, 2006. s. 99–123.
- [9] Straková, J., Potužníková, E., Tomášek, V. Vědomosti, dovednosti a postoje českých žáků v mezinárodním srovnávání. In Matějů, P., Straková, J. et al. Nerovné šance na vzdělávání. Praha: Academia, 2006, s. 118–143.
- [10] Švec, V. Klíčové dovednosti ve vyučování a výcviku. Brno: MU, 1998.
- [11] Talyzinová, N. F. Utváření poznávacích činností žáků. Praha: SPN, 1988, s. 76.
- [12] Trna, J. Hands-on Activity as a Source of Learning Tasks in Science Education. In *HSci2008. Formal and Informal Science Education*. Braga (Portugal): University of Braga, Portugal, 2008. s. 78–82.
- [13] Trna, J., Trnová, E. Motivování nadaných žáků přírodovědným experimentem v učebních úlohách. In *Výchova a nadání 2*. Brno: MSD, 2008. s. 46–56.
- [14] Vaculová, I. Dovednosti žáků základní školy ve výuce fyziky: výzkum dovedností a procesu jejich osvojování. Pedagogická orientace, 2008, roč. 18, č. 2, s. 3–21.
- [15] Vaculová, I., Trna, J., Janík, T. Učební úlohy ve výuce fyziky na 2. stupni základní školy: vybrané výsledky CPV videostudie fyziky. Pedagogická orientace, 2008, roč. 18, č. 4, s. 35–56.

## The physics of breaststroke (swimming) – A comparison between the (old) gliding technique and the (new) undulation technique

Carmen Valerius, Angela Fösel: *Physikalisches Institut, Didaktik der Physik, Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg*

### Abstract

Like all physical skills (*breaststroke*) swimming is mainly subject to the laws of mechanics. Until fairly recently, however, the biomechanical study of this cross disciplinary activity has been largely left alone by the two specialists who would be primarily involved, the physicist and the physical educationalist. In the meantime, television documentary programmes, popular scientific journals and books respectively have shown how it is possible to analyse human performance and thus identify areas where for example greater strength, a slightly different angle or a slightly different degree of twist might produce that all important extra few millimetres in distance or that reduction in time of a few milliseconds. In man's search for excellence this is important. One of us is an active triathlete and therefore is absolutely interested in the very reduction in time of a few milliseconds mentioned above. On the other hand, she will also be a teacher for mathematics and physics. So right now, we are starting a new project which discusses physical aspects of swimming for teaching physics at school. The *comparison between the (old) gliding technique and the (new) undulation technique* in theory and experiment will be one of the topics. – First ideas will be presented.

### 1. Introduction

(Breaststroke) swimming is mainly subject to the laws of mechanics. Television documentary programmes, popular scientific journals and books respectively have shown how it is possible to analyse human performance and thus identify areas where for example greater strength, a slightly different angle or a slightly different degree of twist might produce that all important extra few millimetres in distance or that reduction in time of a few milliseconds. In man's search for excellence this is important. So obviously, applications of kinetics and kinematics in sports are an interesting topic for everybody, including students at school.

One of us is an active swimmer (triathlete) and therefore we are absolutely interested in the very reduction in time of a few milliseconds mentioned above. On the other hand, we are also teachers for physics. So right now, we are starting a new project which discusses physical aspects of swimming for teaching physics at school with the aim of making physics interesting for kids. We think that the physics of swimming fits for this fact, because for a lot of students swimming is part of every day's life.

The discussion of the (old) gliding technique and the (new) undulation technique in theory and experiment will be one of the topics. Below, very first ideas – an underwater video analysis and a comparison of the two techniques – are shown

### 2. (Old) gliding technique versus (new) undulation technique – an underwater video analysis

Over the years the breaststroke has changed more than any other stroke. The last big change was allowing the head to go beneath the water surface, and lately, the level of the shoulders has been redefined.

The *old technique* is the so called *gliding technique*: The head keeps being above the water and the hip stands still concerning vertical direction.

*Underwater video clips* of a swimmer using the gliding technique were done; below you can see a freeze frame of the video.



Fig. 1: (Old) gliding technique (freeze frame): The head keeps being above the water.

A video analysis (software: COACH 6, University of Amsterdam) shows the movement (position and velocity versus time) of the hip of the swimmer (figure 2):

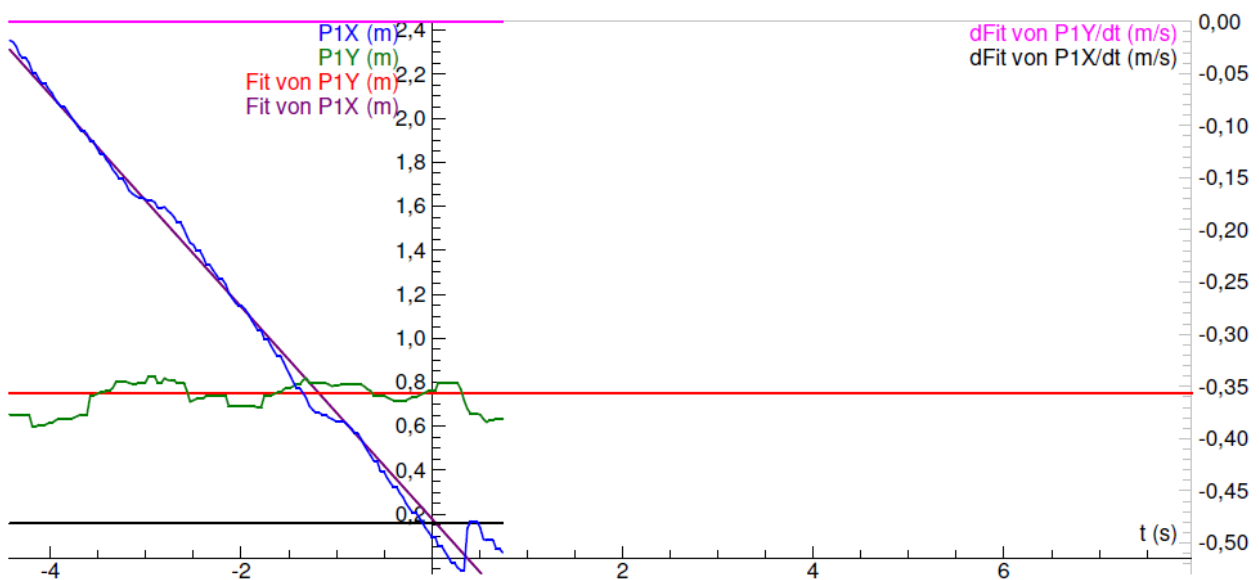


Fig. 2: Gliding technique (video analysis, full strike cycle): The hip stands still concerning vertical direction. (P1Y: position component perpendicular to the water surface, dFit von P1Y/dt : velocity component perpendicular to the water surface)

The new technique is the so called *undulation technique*: The head is allowed to go beneath the water surface and the movement of the hip looks like a wave ('unda' → undulation).

Underwater video clips of a swimmer using the undulation technique were also done; below you can see a freeze frame of the video.



Fig. 3: (New) undulation technique (freeze frame): The head is allowed to go beneath the water surface.

The video analysis shows the movement (position and velocity versus time) of the hip of the swimmer (fig. 4):

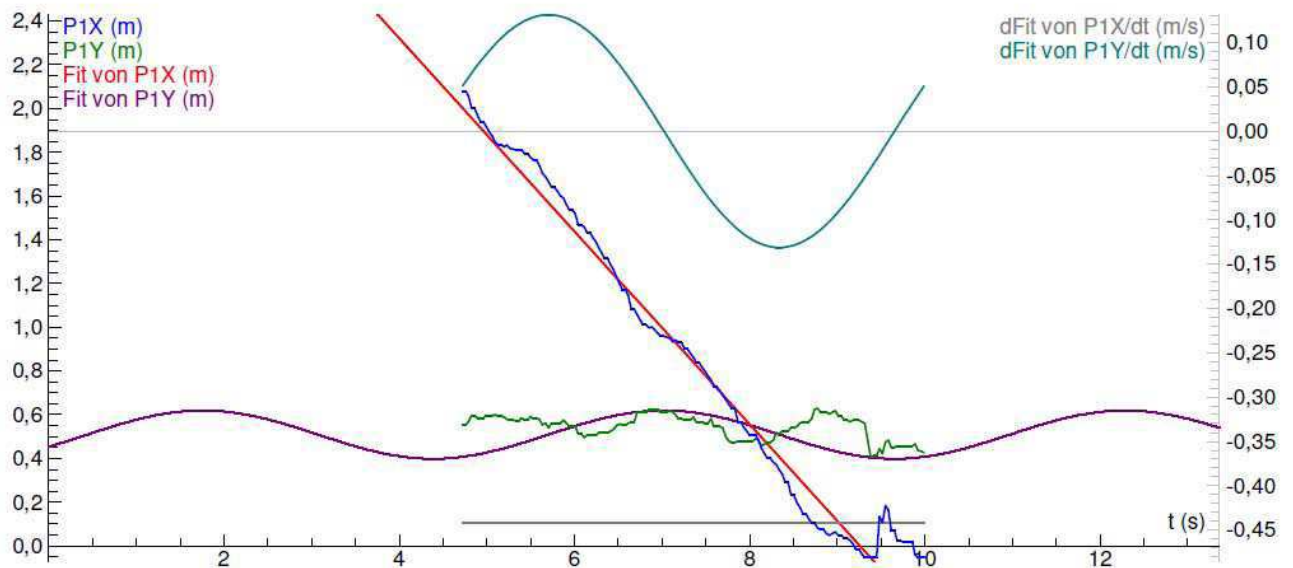


Fig. 4: Undulation technique (video analysis, full strike cycle): The movement of the hip looks like a wave. (P1Y: position component perpendicular to the water surface, dFit von P1Y/dt: velocity component perpendicular to the water surface)

The following schematic representations (figures 5 and 6) illustrate the differences between the old and the new technique once more.

### 3. Comparison of the two techniques

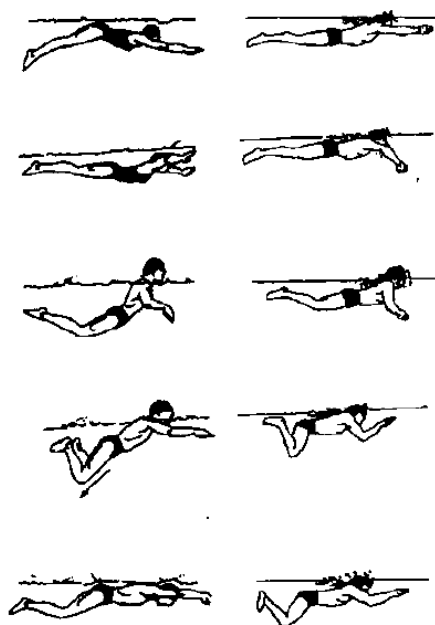


Fig. 5: Undulation technique (left) and withgliding technique (right). (quoting[1])

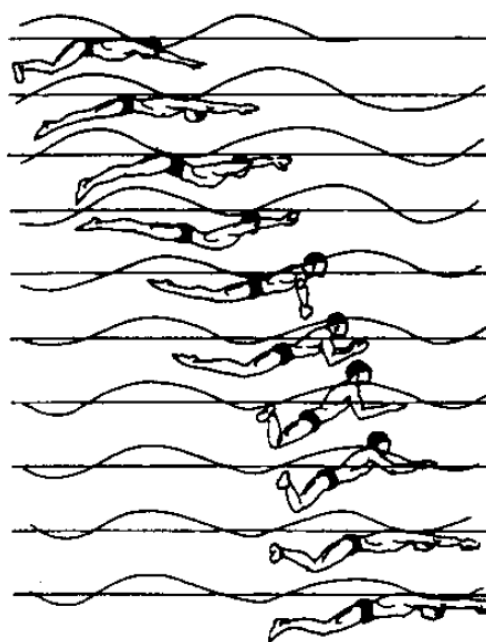


Fig. 6: Undulation technique. Full stroke cycle 'unda' indicated. (quoting [1])

As already mentioned, concerning the gliding technique, the hip remains at the same vertical position during a full stroke cycle. In comparison to that characteristic of the gliding technique, the movement of the hip looks like a wave (figure 5, left, and figure 6) when using the undulation technique.

Besides, using the old technique it is not allowed to put the arms beneath the water surface which is not so with the undulation technique. Applying the old technique, you have to pierce the water surface all the time with your head. Using the new technology, you just have to do this once a full stroke cycle. Concerning water resistance, the second solution (undulation technique) is the better one.

It is said that you need more power with the new technique, but in the end you can swim faster. This is to be examined in theory and in experiment.

### 4. Conclusion and Outlook

Based on breaststroke (swimming), first ideas of how to deal with applications of kinetics and kinematics in sports, making – for example – the laws of mechanics more interesting for students at school, were explained in detail.

For future projects other interesting topics could be for instance the discussion of kinematics concerning *further swimming techniques*, like freestyle or dolphin swimming. Also the kinematics and dynamics of the so called *turn* could be of interest, concretely the discussion is about the breaststroke turn is 'more efficient' than the free-style turn.

### Further information

The ideas discussed in the present article will be summarised in the *thesis* 'Valerius Carmen; Physilische Aspekte des Schwimmens in Theorie und Experiment; FAU Erlangen-Nürnberg'.

### References

- [1] <http://www.lehrer.uni-karlsruhe.de/~za343/osa/spinfo/swbrust.htm>
- [2] [http://www.fitforfun.de/fitness/fun-sport/schwimmtraining/brustschwimmen-die-richtigetchnik\\_aid\\_5872.html](http://www.fitforfun.de/fitness/fun-sport/schwimmtraining/brustschwimmen-die-richtigetchnik_aid_5872.html)
- [3] <http://www.schwimmteamerzgebirge.de/downloads/Technik-Brust.pdf>
- [4] [http://www.fitforfun.de/fitness/fun-sport/brustschwimmen-video/brustschwimmen-einstieg\\_vid\\_1481.html](http://www.fitforfun.de/fitness/fun-sport/brustschwimmen-video/brustschwimmen-einstieg_vid_1481.html)
- [5] [www.youtube.com](http://www.youtube.com) (keyword 'Brustschwimmen')
- [6] Malcolm Raymond Kent: The physics of swimming. *Physics Education* **15**, 275–279 (1980)

## Využití tabulkového procesoru v hodinách kinematiky.

Vlasta Veselá, Sportovní gymnázium Ostrava

V článku je popsána konstruktivistická výuka kinematiky v 1. ročníku čtyřletého gymnázia [Bednařík 1993], s využitím grafů dráhy a rychlosti v tabulkovém kalkulátoru.

Princip výuky z hlediska konstruktivismu spočívá ve skupinové práci žáků, ve využití jejich zkušeností, které se prostřednictvím úloh rozšiřují a žáci s pomocí učitele konstruují vlastní chápání skutečnosti. Žáci jsou považováni za myslitele s vlastní teorií o okolním světě. Učitel vytváří prostředí pro žáky a snaží se uchopit daný problém z jejich zorného úhlu. [Brooks, J. G., 1999],

### Cíl výuky:

Spočívá v sestavení vztahů závislosti vzdálenosti hmotného bodu na čase od počátku rovnoměrného pohybu a vztahů závislosti rychlosti rovnoměrně zrychleného pohybu na čase. Vztahy odvozují sami žáci na základě grafického zobrazení pohybů s pomocí otázek učitele.

Základem přípravy na výuku je soubor v tabulkovém kalkulátoru, který obsahuje grafy dráhy a rychlosti rovnoměrného a rovnoměrně zrychleného pohybu. Viz obr. 1–4.

V tabulkách a grafech je využito barevné rozlišení pro zaznamenání pohybu několika hmotných bodů.

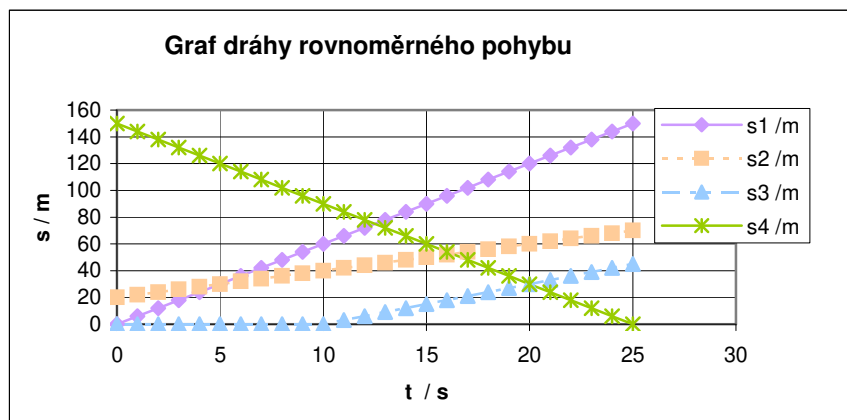
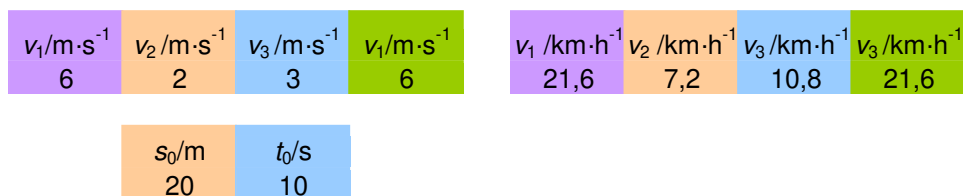
Přípravu lze použít podle možností ve škole: v tištěné podobě jako pracovní listy, v elektronické podobě v počítačové nebo multimediální učebně s dataprojektorem nebo interaktivní tabulí. Původní záměr počítal se samostatnou prací žáků ve dvojicích u počítačů.

Podstatou práce žáků je sledování změn grafů podle vstupních hodnot okamžité rychlosti, počáteční rychlosti nebo zrychlení (příklad je uveden na obr. 5). Na základě svého pozorování žáci odvodí příslušné rovnice.

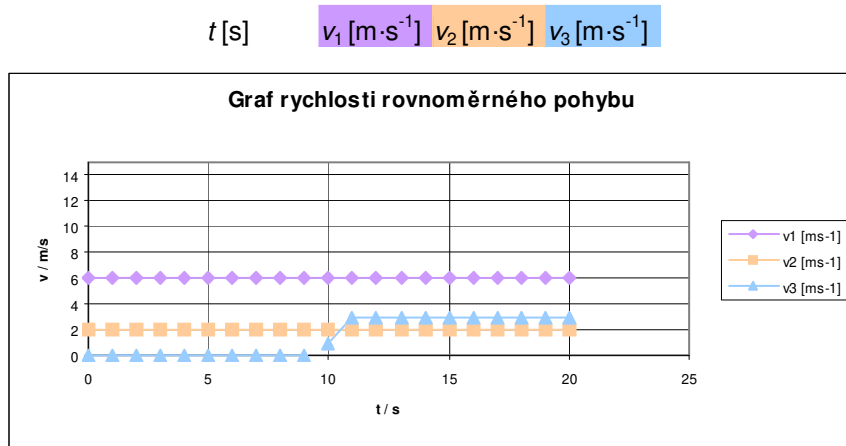
V tištěné podobě žáci dostávají pro každý typ grafu dvojí výtisk s různými vstupními hodnotami, v učebně pro výuku IVT mohou žáci sami měnit vstupní hodnoty výpočtů a sledovat změny grafech nebo v multimediální učebně s počítačem a dataprojektorem nebo interaktivní tabulí pracuje se vstupními hodnotami učitel.

Ke každému grafu jsou uvedeny úkoly pro žáky. S grafy na obr. 1 a 2 je třeba pracovat ve dvou souvisejících hodinách (ověřeno v praxi), totéž platí o grafech rovnoměrně zrychleného pohybu na obr. 3, 4.

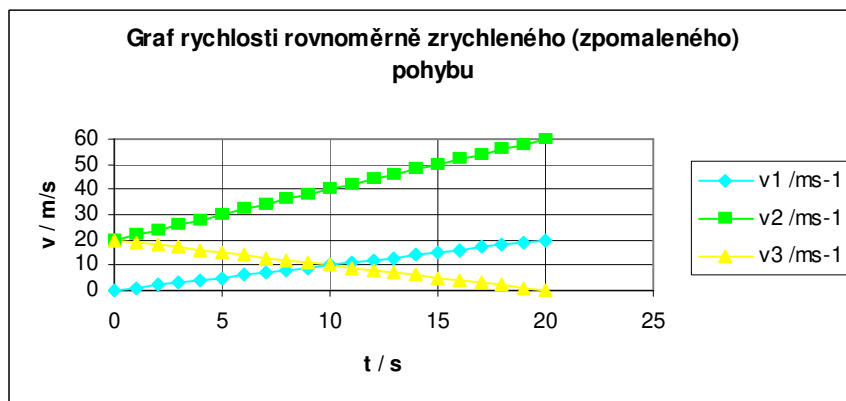
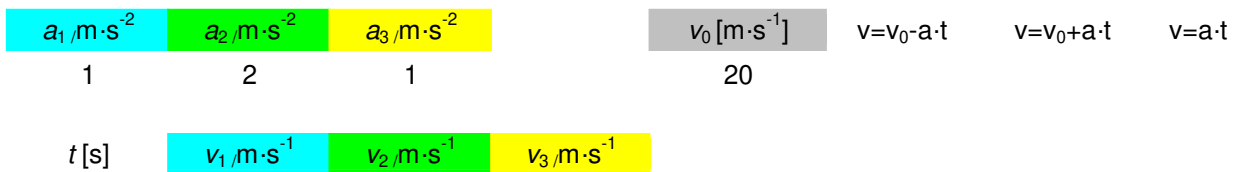
Obr. 1 Grafy závislosti dráhy rovnoměrného pohybu na čase.



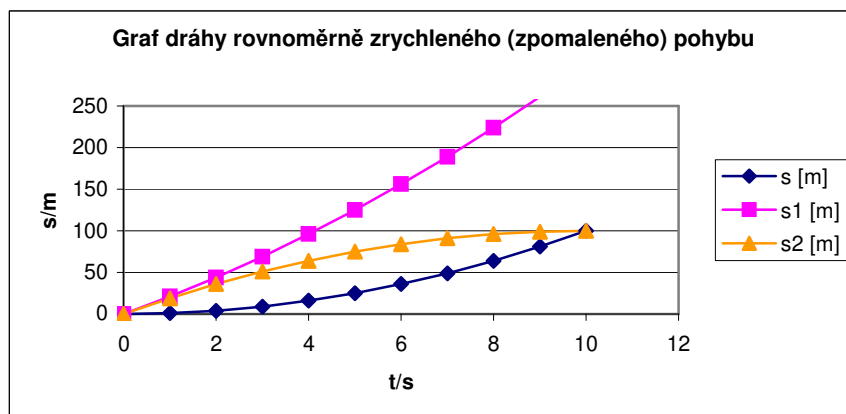
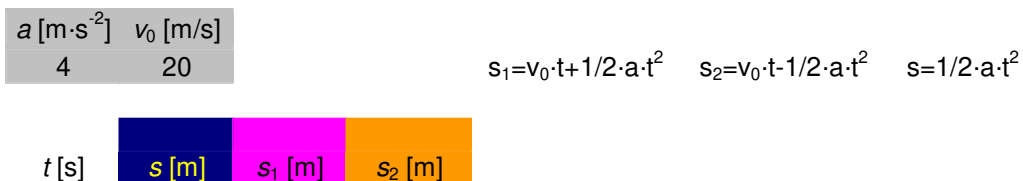
Obr. 2: Grafy závislosti rychlosti rovnoměrného pohybu na čase.



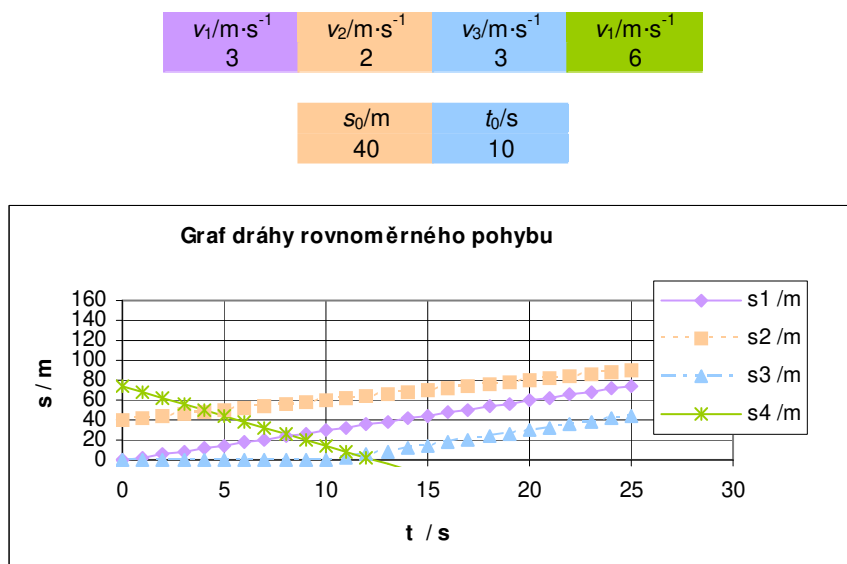
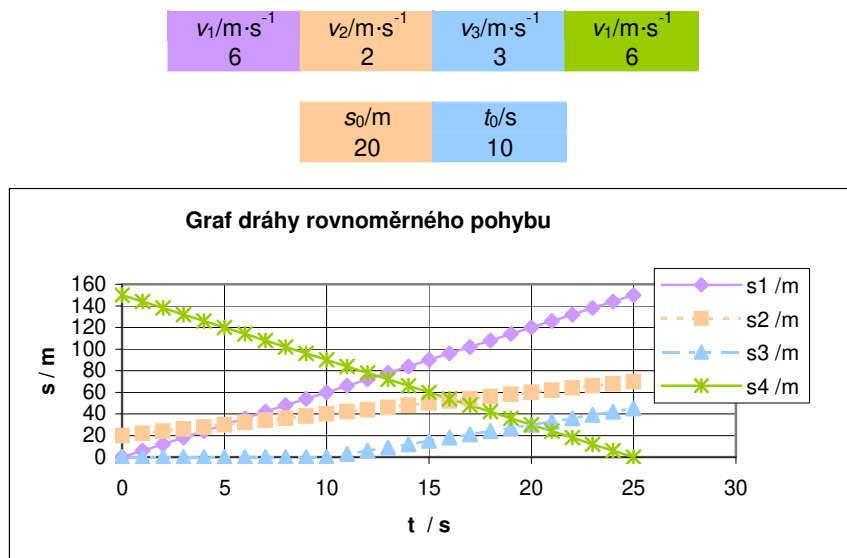
Obr. 3 Grafy závislosti rychlosti rovnoměrně zrychleného pohybu na čase.



Obr. 4: Grafy závislosti rychlosti rovnoměrně zrychleného pohybu na čase.



Obr. 5 Ukázka grafů dráhy rovnoměrného pohybu s různými hodnotami rychlosti.



### Ukázka úkolů pro žáky

Úkoly pro žáky se nepatrně liší pro různé formy výuky. V následujících tabulkách jsou uvedeny úkoly pro práci v počítačové učebně a s tištěnou podobou grafů dráhy a rychlosti rovnoměrného pohybu. Viz obr. 5. a 4.

#### Samostatná práce žáků na počítačích ve dvojicích

- Podrobně popište, jaký pohyb představují přímky různých barev.
  - Měřte hodnoty rychlosti v barevných polích B - E6 a sledujte změny grafu.
  - Zadejte do fialového pole B6 hodnotu 3 a porovnejte grafy dráhy "modrého" a "fialového" hmotného bodu.
  - Zjistěte z grafu hodnoty rychlostí jednotlivých hmotných bodů mezi 15. a 20. sekundou.
  - V jaké vzdálenosti od bodu výjezdu jsou hmotné body ve 20. sekund
  - Pohyb "fialového" hmotného bodu lze popsat vztahem  $s = v \cdot t$ . Upravte vztah pro ostatní hmotné body.
- 
- Najděte chybu v grafu rychlosti rovnoměrného pohybu na listu rychlost R. P.
  - Načrtněte sami do sešitu graf rychlosti pro alternativní hodnoty rychlosti.



### Forma pracovních listů

- Podrobně popište, jaký pohyb představují přímky různých barev.
- Porovnejte grafy dráhy na obou obrázcích.
- Porovnejte grafy dráhy "modrého" a "fialového" hmotného bodu na obou obrázcích.
- Zjistěte z grafu hodnoty rychlostí jednotlivých hmotných bodů mezi 15. a 20. sekundou (na obou obrázcích).
- V jaké vzdálenosti od bodu výjezdu jsou hmotné body ve 20. sekund.
- Pohyb "fialového" hmotného bodu lze popsat vztahem  $s = v \cdot t$ . Upravte vztah pro ostatní hmotné body.

Úkoly pro práci s grafem rychlosti jsou nezměněny.

### Ukázky otázek učitele

Úkolem učitele je navést žáky ve dvojicích nebo početnějších skupinách k vyřešení jednotlivých úloh podle konkrétní situace.

Otázky učitele by mohly mít například následující podobu:

- Vzpomeňte si, co vyjadřuje graf závislosti jedné veličiny druhé (uvést příklad, se kterým se žáci setkali). Uvědomte si, v jaké vzdálenosti od startu se nacházejí sledované hmotné body na počátku měření.
- Co znamená počáteční bod grafu  $s_0$ ? Jak tuto skutečnost zapíšete do rovnice pro výpočet dráhy rovnoměrného pohybu? Za jakou dobu dosáhne hmotný „fialový“ hmotný bod vzdálenost 60 m?
- Jak vypočítáte okamžitou rychlost hmotného bodu? Jak z grafu zjistíte hodnoty příslušných veličin?

### Čemu je třeba věnovat pozornost

Při sestavování grafů je třeba změnit implicitní nastavení grafů v tabulkovém kalkulátoru tak, aby nedocházelo ke změnám měřítka os po změnách vstupních hodnot.

Je nutno nastavit pevné měřítko os a je nutno dbát na správný zápis vzorců aby nevznikly chyby jako na obr. 2.

### Závěr

V příspěvku je popsán soubor vytvořený v tabulkovém procesoru, ve kterém jsou na čtyřech listech sestaveny grafy dráhy a rychlosti rovnoměrného a rovnoměrně zrychleného pohybu. Na pátém listu je připravena samostatná práce pro žáky. V hodinách cvičení nebo IVT mohou žáci samostatně sestavit grafy z kinematiky hmotného bodu.

Na základě změn grafů v závislosti na vstupních hodnotách a plnění zadaných úkolů žáci dokáží sami s pomocí učitele odvodit příslušné vztahy závislosti dráhy a rychlosti na čase, dokáží z grafů odečítat hodnoty a sami načrtnout graf podle zadání.

### Literatura

- [1] Bednařík, M. a j. *Fyzika pro gymnázia. Mechanika*. Praha: Prométheus. 1993. ISBN 80-901619-3-6.
- [2] Brooks, J. G., Brooks, M. *The Case for Constructivist Classrooms*. Alexandria, Virginia USA: ASCD 1999. ISBN 0-87120-358-8.
- [3] Duffy, T., M., Jonassen, D., H.: *Constructivism and the Technology of Instruction. A Conversation*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. 1992. ISBN 0-8058-1272-5.

## Magnetismus in Grund – und Sekundarausbildung in einigen Ländern

Irena Vlachynská, Lehrstuhl für Allgemeine Physik, Pädagogische Fakultät, Westböhmische Universität

### Vorwort

Die Tendenz der letzten Jahre in manchen Ländern ist eine Reform des Schulwesens. Vor allem die Zusammensetzung, der Inhalt und die Verbindung des Lehrstoffes werden sich ändern. In diesem Beitrag werden die Situationen in vier Ländern (d.h. Österreich, Deutschland (bzw. das Bundesland Sachsen), Slowakei und Tschechische Republik) verglichen. Ich werde mich näher mit der Vergleichung des Physikunterrichts, vor allem der Magnetismuslehre entsprechend der Ausbildungsstufe, beschäftigen.

### Österreich<sup>1, 2</sup>

In Österreich liegt die Bildungshoheit nicht bei den Bundesländern. Das Schulsystem wird durch den Bund geregelt. Alle Lehrpläne sehen schulautonome Bereiche vor, die von den Schulen genutzt werden können, aber nicht müssen. Also es gibt Ermächtigung für schulautonome Lehrplanbestimmungen, aber es können auch keine schulautonomen Lehrplanbestimmungen sein.

Die Lehrpläne befinden sich auf den Webseiten des Unterrichtsministeriums – Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur (<http://www.bmukk.gv.at/>).

Die Schulpflicht in Österreich beträgt 9 Jahre (d. h. 6. – 14. Lebensjahr).

### Kindergarten

Der Kindergarten gehört zu keinem Teil des Schulsystems, aber es ist eine Weise der vorschulischen Erziehung für Kinder zwischen 3 und 6 Jahren. Der Besuch des Kindergartens ist von dem Wunsch der Eltern abhängig, er ist nicht verpflichtet.

Zum Unterschied von den Kindergärten ist die einjährige Vorschule (Vorschulstufe) ein Teil des Schulsystems.

### Primarbereich: Volksschule/Sonderschulen

Pflichtgegenstände	Schulstufen und Wochenstunden			
	1	2	3	4
Religion	2	2	2	2
Sachunterricht	3	3	3	3
Deutsch, Lesen, Schreiben	7	7	7	7
Mathematik	4	4	4	4
Musikerziehung	1	1	1	1
Bildnerische Erziehung	1	1	1	1
Technisches Werken, Textiles Werken	1	1	2	2
Bewegung und Sport	3	3	2	2
<b>Verbindliche Übungen (verpflichtend)</b>				
Lebende Fremdsprache	X <sup>2)</sup>	X <sup>2)</sup>	1	1
Verkehrserziehung	X <sup>3)</sup>	X <sup>3)</sup>	X <sup>3)</sup>	X <sup>3)</sup>
Gesamtwochenstundenzahl <sup>1)</sup>	20–23	20–23	22–25	22–25

<sup>1)</sup> Durch schulautonome Lehrplanbestimmungen können innerhalb des vorgesehenen Rahmens die Wochenstunden in den einzelnen Pflichtgegenständen (ausgenommen ist der Pflichtgegenstand „Religion“) sowie in der verbindl. Übung „Lebende Fremdsprache“ pro Schulstufe um höchstens eine Wochenstunde, insgesamt um höchstens zwei Wochenstunden, erhöht bzw. verringert werden. Die gänzliche Streichung eines Unterrichtsgegenstandes auf einer Schulstufe ist nicht zulässig.

<sup>2)</sup> 32 Jahresstunden, die im Rahmen der zur Verfügung stehenden Gesamtwochenstundenzahl der Unterrichtsgegenstände zu berücksichtigen sind. Die Gesamtwochenstundenzahl wird dadurch nicht verändert.

<sup>3)</sup> 10 Jahresstunden, die im Rahmen der zur Verfügung stehenden Gesamtwochenstundenzahl der Unterrichtsgegenstände zu berücksichtigen sind. Die Gesamtwochenstundenzahl wird dadurch nicht verändert.

Fig. 2: Stundentafel für Volksschule (Grundschule)

die zu erproben, zu beobachten und als Gesetzmäßigkeit zu erkennen ist. Die Stundentafel – Sachunterricht bekommt 3 Wochenstunden jedes Schuljahr.

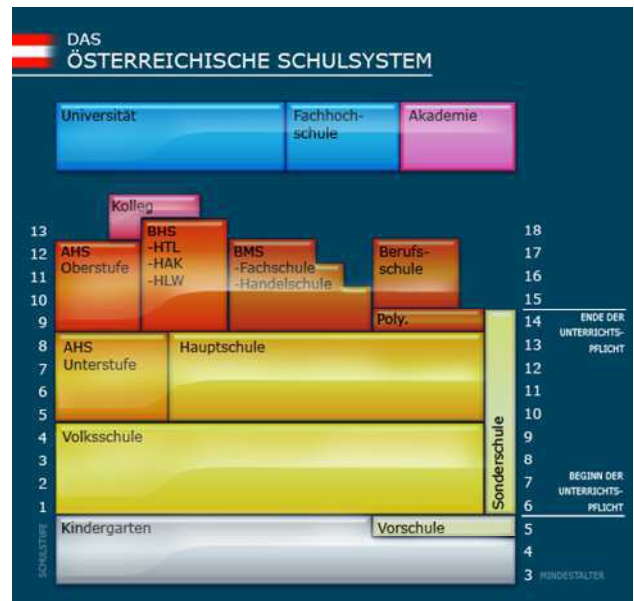


Fig. 1: Schaubild österreichischen Schulsystems

Die **Volksschule** (Grundschule) hat die Aufgabe, eine für alle Schüler gemeinsame Elementarbildung zu vermitteln. Mit 1. September 2006 traten Lehrpläne der Volksschule in Kraft mit dem Bürgerlichen Gesetzbuch (weiter nur BGB) 1.II Nr. 314/2006 vom August 2006. Die Volksschule (Grundschule) dauert 4 Schuljahre, d. h. von erster bis vierte Klasse (6. – 9. Lebensjahr). Mit diesem Primarbereich fängt die Schulpflicht an. Die Grundlage der Physiklehre können wir im Sachunterricht finden. Der Unterrichtsgegenstand dieses Sachunterrichts ist in sechs folgende Lehr- und Erfahrungsbereiche eingeteilt, d. h. Gemeinschaft, Natur, Raum, Zeit, Wirtschaft und Technik. In der Grundstufe 1 werden zum Beispiel Geräte mit ihren Teilen (Spielzeug, Rad, Schalter, ...) besprochen. Die Kinder sollen auch Auswirkungen der „Naturkräfte“ – Magnetkraft, Windkraft und Wasserenergie kennen lernen. In der Grundstufe 3 gibt es unter Anderem die Wirkung der Magnetkraft (auf Metalle, zwischen Magnete, Kompassnadel), die zu erproben, zu beobachten und als Gesetzmäßigkeit zu erkennen ist. Die Stundentafel – Sachunterricht bekommt 3 Wochenstunden jedes Schuljahr.

## Sonderschulen

Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf können entweder eine der Behinderung entsprechende Sonderschule besuchen oder integrativ in einer Volksschule, einer Hauptschule oder einer allgemeinbildenden höheren Schule (AHS-Unterstufe/Gymnasium) unterrichtet werden.

Die Kinder bzw. Jugendlichen werden entweder nach Sonderschullehrplänen oder nach adaptierten Lehrplänen der Volks-, Hauptschule oder AHS-Unterstufe unterrichtet. Eine Feststellung durch Bescheid über den sonderpädagogischen Förderungsbedarf ist für die Aufnahme in einige Sonderschulen notwendig.

Als Lehrpläne in den Sonderschulen können die Lehrpläne der Volksschule, bzw. der Hauptschule oder der AHS-Unterstufe benutzt werden, wenn sie keine Überforderung der einigen Unterrichtsziele grundsätzlich erreichen können. Das Sonderschulwesen beginnt im Primarbereich und erstreckt sich auch in den Sekundarbereich.

## Sekundarbereich I

Auf der Unterstufe des Sekundarbereiches gibt es die erste Differenzierung in getrennte Schultypen: Hauptschule und allgemeinbildende höhere Schule (AHS-Unterstufe/Gymnasium). Die Ausbildung an diesen Schulen dauert vier Schuljahre, d. h. von fünfter bis achte Klasse (10.–13. Lebensjahr).

## Hauptschule

Die Hauptschule hat die Aufgabe, eine für alle Schüler grundlegende Allgemeinbildung zu vermitteln und den Grundstein für mittlere und höhere Schulen zu legen. Ein neuer Lehrplan der Hauptschule wurde am 11. Mai 2000 im Bundesgesetzblatt kundgemacht (BGB1.II Nr. 134/2000). Mit 1. September 2003 traten die Änderungen in Kraft mit dem BGB1. II Nr. 283/2003 vom 13. Juni 2003.

Auch in der Hauptschule bestehen zwei Möglichkeiten – die erste hat die Ermächtigung für schulautonome Lehrplanbestimmungen (weiter nur LPB), die zweite mittlerweile keine schulautonomen LPB. Die erste hat Physik in der Stundentafel insgesamt 5-10 Wochenstunden für ganze vier Schuljahre. Hier gibt es mehr Freiheit für bereicherten Physikunterricht. Die Stundentafel der Hauptschule mit keiner Autonomie bietet Physikunterricht in der Zusammensetzung -, 1, 2, 2 (insgesamt 5 Wochenstunden für Physik in vier Schuljahren) an. Im Inhalt der Lehrpläne für Pflichtgegenstände gibt es auch in vierter Klasse (8. Schulstufe, 13. Lebensjahr), dass eine Einsicht in den Zusammenhang zwischen elektrischer und magnetischer Energie zu gewinnen ist, und ebenfalls die Begriffe Permanentmagnet, Elektromagnet und elektromagnetische Induktion.

Schulautonome Stundentafel

Pflichtgegenstände	Klassen und Wochenstunden				Summe
	1. Kl.	2. Kl.	3. Kl.	4. Kl.	
Religion	2		2	2	8
Deutsch					15–21
Lebende Fremdsprache					12–18
Geschichte und Sozialkunde					5–10
Geographie und Wirtschaftskunde					7–12
Mathematik					14–20
Geometrisches Zeichnen					2–6
Biologie und Umweltkunde					7–12
Chemie					1,5–4
Physik					5–10
Musikerziehung					6–11
Bildnerische Erziehung					7–12
Technisches Werken <sup>1)</sup>					7–12
Textiles Werken <sup>1)</sup>					7–12
Ernährung und Haushalt					2–6
Bewegung und Sport					12–18
Gesamtwochenstundenzahl	27–31	27–31	28–32	30–34	120

<sup>1)</sup> als alternativer Pflichtgegenstand

Fig. 3: Stundentafel für schulautonome LPB

Stundentafel ohne Autonomie

Pflichtgegenstände	Klassen und Wochenstunden				Summe
	1. Kl.	2. Kl.	3. Kl.	4. Kl.	
Religion	2	2	2	2	8
Deutsch	5	4	4	4	17
Lebende Fremdsprache	4	4	3	3	14
Geschichte und Sozialkunde	—	2	2	2	6
Geographie und Wirtschaftskunde	2	1	2	2	7
Mathematik	4	4	4	4	16
Geometrisches Zeichnen	—	—	—	2	2
Biologie und Umweltkunde	2	2	1	2	7
Chemie	—	—	—	2	2
Physik	—	1	2	2	5
Musikerziehung	2	2	1	1	6
Bild. Erziehung	2	2	2	1	7
Technisches Werken <sup>1)</sup>	2	1	2	2	7
Textiles Werken <sup>1)</sup>	2	1	2	2	7
Ernährung und Haushalt	—	1,5	1,5	—	3
Bewegung und Sport	4	3	3	3	13
Gesamtwochenstundenzahl	29	29,5	29,5	32	120

<sup>1)</sup> als alternativer Pflichtgegenstand

Fig. 4: Stundentafel für keine schulautonomen LPB

## AHS-Unterstufe

Die allgemeinbildende höhere Schule umfasst eine vierjährige Unterstufe (10. –14. Lebensjahr) und eine vierjährige Oberstufe (14. –18. Lebensjahr), d. h. Sekundarbereich II. Für die AHS-Unterstufe gilt im Gesetz

Pflichtgegenstände	Klassen und Wochenstunden				Summe Unterstufe	Autonomie
	1. Kl.	2. Kl.	3. Kl.	4. Kl.		
Religion	2	2	2	2	8	8
Deutsch	4	4	4	4	16	15–21
Lebende Fremdsprache	4	4	3	3	14	12–18
Geschichte und Sozialkunde		2	2	2	6	5–10
Geographie u. Wirtschaftskunde	2	1	2	2	7	7–12
Mathematik	4	4	4	3	15	14–20
Geometrisches Zeichnen			0	2	2	2–5
Biologie und Umweltkunde	2	2	2	2	8	7–12
Chemie				2	2	2–4
Physik		1	2	2	5	5–9
Musikerziehung	2	2	2	1	7	6–11
Bildnerische Erziehung	2	2	2	2	8	7–12
Technisches/Textiles Werken	2	2	2	2	8	6–12
Bewegung und Sport	4	4	3	3	14	13–19
Berufsorientierung <sup>1)</sup>			X	X	X	1–4
Gesamtwochenstundenzahl	28	30	30	32	120	
autonome Gesamtwochenstundenzahl	26–30	29–32	28–32	30–34	120	120

<sup>1)</sup> als verbindliche Übung

Fig. 5: Stundentafel für Realgymnasium

Realgymnasium, wirtschaftskundliches Realgymnasium (mit mehr Chemie und Werkerziehung). Zum Beispiel die Stundentafel des Realgymnasiums hat die folgende Zusammensetzung (Fig. 5 – für Physik 5–9 Wochenstunden, bzw. 5 Wochenstunden). Vom Lehrplan können wir das Thema „Elektrizität bestimmt unser Leben“ auswählen, dass sich näher mit dem Zusammenhang zwischen elektrischer und magnetischer Energie, Permanentmagnet und Elektromagnet beschäftigt.

## Sekundarbereich II

Die Schüler/innen sollen eine rationale Weltsicht erwerben, aktiv die spezifische Arbeitsweise der Physik und ihre Bedeutung als Grundlagenwissenschaft erkennen und damit bewerten lernen, welche Beiträge zu persönlichen und gesellschaftlichen Entscheidungen physikalische Methoden abgeben können. Weiter sollen sie die Bedeutung physikalischer Phänomene und Konzepte im Alltag und in der Umwelt erfassen und für ihre Lebensgestaltung nutzen. Der Physikunterricht hat einen wichtigen Beitrag zur Berufsorientierung und der persönlichen Berufswahl auszuführen.

Das Ziel des Physikunterrichts ist daher die Vermittlung des nötigen Rüstzeuges zum verstehenden Erleben von Vorgängen in Natur und Technik.

Am 8. Juli 2004 wurden Lehrpläne kundgemacht und traten seit dem Schuljahr 2004/2005 mit BGB1. II Nr. 277/2004 in Kraft.

Die Ausbildung in diesem Sekundarbereich II dauert meistens vier Schuljahre, d. h. von neunter bis zwölfte Klasse (14.–17. Lebensjahr), aber es kann auch bis 13. Schuljahr dauern. Weitere Differenzierung gilt für entsprechend den Begabungen und Interessen der Schülerinnen und der Schüler. In der Folge werden die Schularten dargestellt: Oberstufe der allgemeinbildenden höheren Schule (9. bis 12. Schulstufe), berufsbildende mittlere Schulen (9. bis maximal 12. Schulstufe), polytechnische Schule, Berufsschule (10. bis maximal 13. Schulstufe) – gleichzeitig mit Berufsausbildung im Betrieb (Duales System), berufsbildende höhere Schulen (9. bis 13. Schulstufe) und Bildungsanstalten für Sozialpädagogik und Bildungsanstalten für Kindergartenpädagogik (9. bis 13. Schulstufe).

## Allgemeinbildende höhere Schule/AHS-Oberstufe

Im Sekundarbereich II gibt es die gleichen drei Schultypen wie in der AHS-Unterstufe: **Gymnasium** (Latein, weiter z. B. Griechisch), **Realgymnasium** (mehr Mathematik, Latein oder zweite lebende Fremdsprache; Geometrie oder mehr Biologie und Umweltkunde, Physik, Chemie) und **wirtschaftskundliches Realgymnasium** (zweite lebende Fremdsprache oder Latein; Haushaltsökonomie und Ernährung; mehr Geographie und Wirtschaftskunde, Biologie und Umweltkunde, Psychologie und Philosophie). Bildungs- und Lehraufgaben, sowie das Gesetz, haben dieselbe Gültigkeit wie allgemeine Nachrichten für den Sekundarbereich II.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

Lehrpläne und Stundentafeln sind von Schularten sehr abhängig. In Hinsicht auf Physikunterricht kann man Gymnasium und wirtschaftskundliches Realgymnasium verbinden. In beiden dieser Schularten gibt es in der Stundentafel in der ersten Möglichkeit – mit schulautonomen LPB – mindestens fünf Wochenstunden für ganze vier Schuljahre, im zweiten Zufall – mit keinen schulautonomen LPB – sieben Wochenstunden in vier Schuljahren. Andererseits Realgymnasien (mit der Ermächtigung für schulautonomen LPB) verfügen über sieben Wochenstunden mehr für ganze vier Schuljahre. Im Lehrplan Realgymnasium (mit keiner Autonomie) gibt es fast 10 Wochenstunden für alle Schuljahre.

In diesem Falle ist für Physikunterricht die zweite Möglichkeit, d. h. mit keinen Schulautonomen LPB, vorteilhafter.

### **Berufsbildende mittlere und höhere Schulen (BMS und BHS)**

Es gibt sehr viele Schularten sowohl für BMS (z. B. Fachschulen für Land- und Forstwirtschaft, Fachschulen für wirtschaftliche Berufe, Handelsschulen, Fachschulen für technische, gewerbliche und kunstgewerbliche Berufe, Fachschulen für Tourismus, Hotelfachschulen, Fachschulen für Mode und Bekleidungstechnik, Schulen für Sozialberufe, Schulen für Gesundheits- und Krankenpflege) als auch BHS (z. B. Höhere technische und gewerbliche Lehranstalten (Fachbereiche: Bautechnik, Betriebsmanagement, Chemie & Chemieingenieurwesen, Elektrotechnik, Elektronik, Elektronische Datenverarbeitung und Organisation, Informationstechnologie, Innenraumgestaltung und Holztechnik, Kunst und Design, Lebensmitteltechnologie, Maschineningenieurwesen, Mechatronik, Medientechnik und Medienmanagement, Werkstoffingenieurwesen, Wirtschaftsingenieurwesen, Höhere Lehranstalten für Mode und Bekleidungstechnik, Höhere Lehranstalten für künstlerische Gestaltung, Höhere Lehranstalten für Tourismus, Handelsakademien, Höhere Lehranstalten für wirtschaftliche Berufe, Höhere land- und forstwirtschaftliche Lehranstalten, Bildungsanstalten für Kindergartepädagogik, Bildungsanstalten für Sozialpädagogik).

Die Lehrpläne sehen zu je ungefähr einen Drittel allgemeinbildenden, fachtheoretischen und fachpraktischen Unterrichtsgegenstand vor. Allgemein können wir sagen, dass man in so vielen Schularten immer wenig Physikunterricht, geschweige Magnetismus, finden kann.

### **Schulsystem in Deutschland (bzw. Sachsen)<sup>3, 4, 5, 6</sup>**

In der Bundesrepublik Deutschland liegt die Bildungshoheit bei einzelnen Bundesländern. Jedes Bundesland hat eigene Lehrpläne, Stundentafeln, Schulbücher und Ferienordnung. Das Bildungssystem in Deutschland ist in vier (bzw. fünf) Stufen geteilt, d. h. Primarbereich, Sekundarbereich I, Sekundarbereich II, Tertiärbereich und Quartärbereich). Die ersten drei bestimmen das Schulsystem in der Bundesrepublik Deutschland. Die Schulpflicht in Deutschland beträgt 9 oder 10 Schuljahre.

Den Primarbereich bilden Grundschulen und auch Sonderschulen. Die Grundschulen dauern meistens 4 Schuljahre (6.–9. Lebensjahr), aber in Berlin und Brandenburg gibt es sechsjährige Grundschulen (6.–12. Lebensjahr).

Der Sekundarbereich I bilden meistens Hauptschulen, Realschulen, Gymnasien und Gesamtschulen. In einigen Ländern gibt es neue Schularten, die Hauptschule und Realschule verbinden. Zu diesen gehören z. B Mittelschule, Regelschule, Sekundarschule, regionale Schulen, Integrierte Haupt- und Realschulen. Der Sekundarbereich I dauert meistens 6 Schuljahre, d. h. von 10. bis 15. Lebensjahr.

Die Struktur des Sekundarbereichs II ist von Schularten und einzelnen Bundesländern sehr abhängig. Er dauert meistens 3 Schuljahre (von 11. bis 13. Klasse mit der Oberstufe am Ende). Den Sekundarbereich II besuchen Studenten/innen meistens zwischen 16. und 19. Lebensjahr. In diesem Bereich kann man Gymnasium, Berufsschulen, Berufsfachschulen oder Fachoberschulen finden.

### **Sachsen**

Das Schulsystem in Sachsen bilden drei Bereiche. Bei dem Staatsministerium für Kultus liegt die Bildungshoheit für sächsische Schulen. Die Schulpflicht in Sachsen dauert neun Schuljahre (6.–14. Lebensjahr). Die Schulen gliedern sich in Grundschule (1.–4. Klassenstufe, d. h. Primarbereich), Mittelschule mit Haupt- und Realschulbildungsgang (5.–9. bzw. 10. Klassenstufe, d. h. Sekundarbereich I) und Gymnasium (5.–12. Klassenstufe, d. h. Sekundarbereich II).

Die Lehrpläne für die **Grundschule** treten seit 1. August 2004 in Kraft. Die Grundschule dauert vier Schuljahre (6.–9. Lebensjahr) und soll ihre Schüler/innen von den mehr spielerischen Formen des Lernens im Elementarbereich zu den systematischeren Formen des schulischen Lernens berücksichtigend vor allem individuelle Ler-

nvoraussetzungen und Möglichkeiten allen Schülern hinführen. Im Lehrplan gibt es Sachunterricht mit Stundentafel 2, 3, 2, 3 Wochenstunden für alle Schuljahre. Im Inhalt Sachunterricht befinden sich in dritter und vierter Klassenstufe nur ganz allgemeine Nachrichten über Materialien, im Inhalt gibt es keinen magnetischen Lehrstoff.

Die **Mittelschule** bietet viele Möglichkeiten für individuelle Leistungsförderung sowie Entwicklung spezifischer Interessen der Schülerinnen und Schüler an. Die Lehrpläne treten seit 1. August 2004 (für 5.–7. Klasse), dann im Jahr 2005 für achte Klasse, im Jahr 2006 für neunte Klasse und endlich im Jahr 2007 für zehnte Klasse in Kraft. Die Mittelschule dauert sechs Schuljahre (10.–15. Lebensjahr). Allgemein in den Klassen 5 und 6 lernen die Schülerinnen und Schüler neue Unterrichtsfächer kennen, üben neue Lernmethoden ein und testen ihre Leistungsfähigkeit. In der 6. Klasse entscheidet sich, welchen Bildungsgang die einzelnen Schüler ab Klasse 7 besuchen werden. Ein Wechsel auf das Gymnasium ist auch möglich. Im Inhalt der Lehrpläne kann man Physik (hauptsächlich magnetischen Lehrstoff) in Klassenstufe 7 und 10 finden. In siebtem Schuljahr lernen Schüler/innen im Lehrbereich Kraft und Wirkungen z. B. von Muskel- und Magnetkraft. In der Klassenstufe 10 sollen Schülerinnen und Schüler Eigenschaften von Dauermagnet und Elektromagnet vergleichen. Sie lernen über magnetische Wirkung des Stromes und Magnetfeld mit seinen Eigenschaften und Feldlinienmodell. Die Stundentafel für Physik in der Mittelschule bietet -, 2, 2, 2, 2, 2 Wochenstunden an.

Das **Gymnasium** führt nach acht Jahren zum Abitur und ermöglicht ein Hochschulstudium. Die einzelnen Gymnasien bieten verschiedene Profile an, aber nicht jedes Gymnasium bietet alle Profile an. Ab Klassenstufe 8 können Schüler/innen aus verschiedenen Profilen wählen, z. B. Naturwissenschaftliches Profil, Sprachliches Profil, Gesellschaftswissenschaftliches Profil, Künstlerisches Profil oder Sportliches Profil. Lehrpläne für Gymnasium traten seit 1. August 2005 (für 5.–7. Klasse) und dann jedes Jahr für weitere Klassen bis Jahr 2009 (Lehrplan für 12. Klasse) in Kraft. Achtjähriges Gymnasium dauert von fünfter bis zwölfter Klasse (10.–17. Lebensjahr). Magnetischen Lehrstoff kann man im Physikunterricht in Klassenstufe 7 und Jahrgangsstufe 11 finden. Schüler/innen gewinnen ihre erste Vorstellung von Feldern durch die Wirkung von Kräften zwischen Magneten (sowie zwischen geladenen Körpern) und durch das Arbeiten mit Feldlinienmodell (Bilder des magnetischen Feldes von Eisenspänen). Im Lehrbereich Kräfte werden sie mit Kräften zwischen Magneten, Feldlinien, anziehenden und abstoßenden Kräften, Magnetpolen und Magnetfeld der Erde bekannt gemacht. Die Schüler/innen werden die Eigenschaften von Dauermagneten untersuchen, magnetische Kräfte messen und ein Lametta-Elektroskop herstellen. In der Jahrgangsstufe 11 kommen sie wieder zu diesem Thema im Lehrbereich geladene Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern zurück. Sie beschäftigen sich mit Feldlinienmodell, Magnetfeld, Permanentmagnet und Flussdichte. In derselben Jahrgangsstufe gibt es auch die Lehrbereiche magnetisches Feld mit Eigenschaften der Permanentmagnete, Magnetismus in der Umgebung bewegter Ladungen, Darstellung und Eigenschaften magnetischer Felder, Materie im Magnetfeld, magnetische Feldstärke und Hysterese. In der Stundentafel für Physikunterricht am Gymnasium kann man -, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2 Wochenstunden finden.

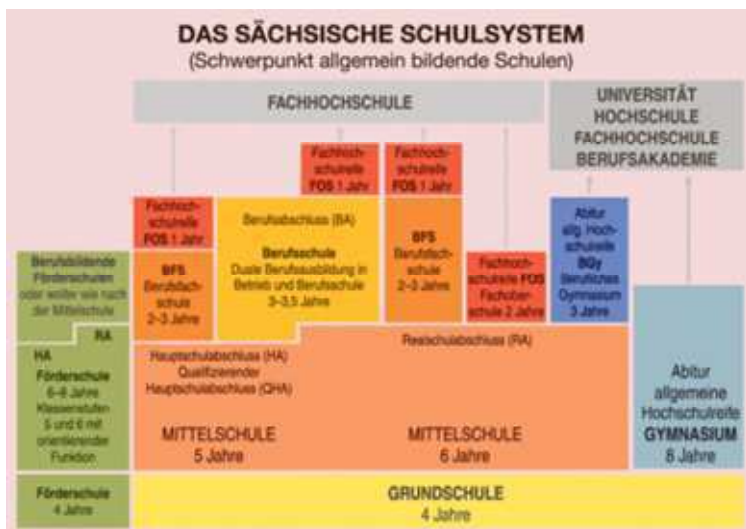


Fig. 6: Schulsystem in Sachsen

### Schulsystem in der Slowakei <sup>7, 8, 9</sup>

Das Bildungswesen in der Slowakei hält sich an das Gesetz 245/2008 vom 22. Mai 2008 – Schulgesetz, besonders an den zweiten Teil – Erziehung und Ausbildungswesen, § 6 Staatsbildungsprogramme, § 7 Schulbildungsprogramme, § 9 Bildungsstandards, Lehrpläne und Lehrgrundlagen. Gemäß dem § 19 dauert Schulpflicht in der Slowakei zehn Schuljahre, längstens bis Ende des Schuljahrs, in dem Schüler/innen ihr 16. Lebensjahr erreichen. Die Schulpflicht fängt meistens mit sechstem Lebensjahr an. Am 1. September 2008 beginnt eine Reform des slowakischen Schulwesens. Allgemein wird das Schulsystem in der Slowakei durch staatliches Bildungsprogramm beschränkt. Jede Schule bildet ihr Schulbildungsprogramm (SchBP), das die Kinderbedürfnisse berücksichtigt.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

Der dreijährige **Kindergarten** ist nicht verpflichtet. Der Kindergarten bildet keinen Teil vom Schulsystem in der Slowakei. Er bietet eine Vorschulbildung für Kinder zwischen 3 und 5 Lebensjahr an.

Die **Grundschule** in der Slowakei dauert neun Schuljahre (6.–14. Lebensjahr) und hat zwei Stufen. Die erste 4jährige Stufe ist für alle Kinder (6.–9. Lebensjahr) verpflichtet. Das Staatsbildungsprogramm (StBP) für diese Stufe nennt man auch ISCED 1 – Primarausbildung entsprechend internationaler Klassifizierung der Ausbildung. Die Aufgabe der Grundschule beruht auf der Vorbereitung der Kinder für selbständige Arbeit aber auch

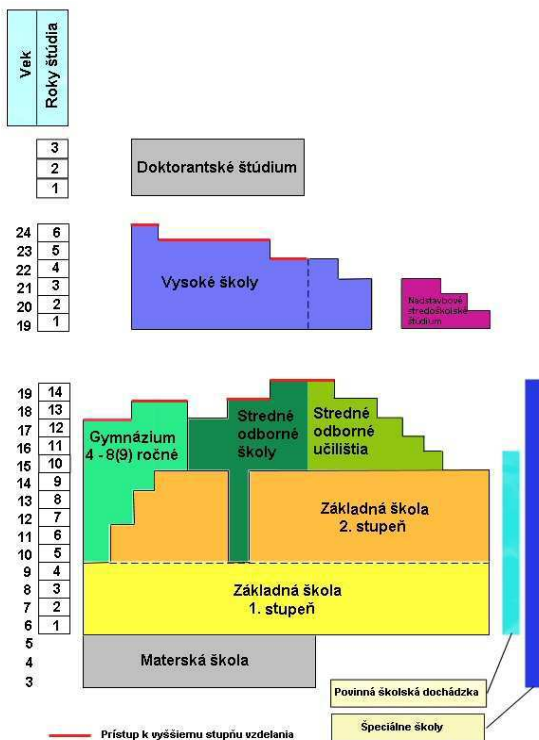


Fig. 7: Schulsystem in der Slowakei

sich Schülerinnen und Schüler folgende Schlüsselkompetenzen an: Kompetenz für lebenslange Lernen, soziale und kommunikative Kompetenz, Kompetenz im Bereich mathematischen und naturwissenschaftlichen Denkens und ihre Anwendung, Kompetenz im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologie, Kompetenz für Problemlösung, Bürgerkompetenz, Sozial- und Personalkompetenz, Arbeitskompetenz, Kompetenz für Unternehmungslust und Kulturkompetenz. Der Ausbildungsbereich „Mensch und Natur“ enthält folgende Fächer: Physik, Chemie und Biologie. Jeder Ausbildungsbereich wird ausführlich in die Teile Inhalt des Lehrstoffs, Bildungsstandard und Entwicklung der Kompetenzen gegliedert. Der Themenkreis „Magnetische und elektrische Phänomene, Stromkreis“ widmet sich u. a. den Bereichen Magnet und seine Eigenschaften, Magnetpole, Magnetfeld, Erde als Magnet und Kompass. Die Stundentafel für Physik bietet 0, 1, 1, 2, 1 (insgesamt 5 Wochenstunden) an.

Höhere Sekundarausbildung (ISCED 3) folgt nach ersten neun Schuljahren. Es wird in ISCED 3A – Gymnasium, ISCED 3B – Fachoberschule (mit dem Abitur) und ISCED 3C – Berufsfachschule geteilt. Schlüsselkompetenzen für ISCED 3 sind den vorigen Schlüsselkompetenzen sehr ähnlich. Schüler/innen besuchen das Gymnasium von erster bis vierte Klasse (15.–18. Lebensjahr). In den StBP kann man den Ausbildungsbereich „Mensch und Natur“ finden. Dieser Bereich enthält drei Fächer: Physik, Biologie und Chemie. Im Inhalt der Physiklehre gibt es magnetische Kraft, Magnetfeld der Erde, Magnetfeld von stromdurchflossenen Leitern, Elektromagnetismus und Magnetfeldlinien. Die Stundentafel für Physikunterricht bietet 2, 2, 1, 0 (insgesamt 5 Wochenstunden) an.

für Gruppenarbeit. Ein Absolvent dieses Primarbereiches soll sich folgende Schlüsselkompetenzen aneignen: soziale und kommunikative Kompetenz, Kompetenz im Bereich mathematischen und naturwissenschaftlichen Denkens, Kompetenz im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologie, Lern- und Lehrkompetenz, Kompetenz für Problemlösung, Personal-, Sozial- und Bürgerkompetenz und Kulturkompetenz. StBP enthält auch den Ausbildungsbereich „Natur und Gesellschaft“ mit den Fächern Naturkunde und Heimatkunde. Im Inhalt gibt es hauptsächlich Natur, Bekanntmachung mit den „wissenschaftlichen“ Termini und den Begriff Magnetismus – seine Existenz wird nur erwähnt. Die Stundentafel für Naturkunde ist 0,5; 1; 1; 1 (insgesamt 3,5 Wochenstunden).

Nach vierter Klasse können Schüler/innen ein 8 (9) jähriges Gymnasium oder eine Fachoberschule besuchen. Meistens bleiben sie an der Grundschule. Die zweite Stufe an der Grundschule dauert 5 Schuljahre von fünfter bis neunte Klasse (10. – 14. Lebensjahr). StBP für zweite Stufe nennt man ISCED 2 – niedriger Sekundarausbildung und sie gilt für die zweite Stufe an Grundschulen, niedrigen Schuljahren an mehrjährigen Gymnasien und auch an Konservatorien. Die Grundlage der Sekundarschule sind interdisziplinäre Beziehungen bei dem Aneignen der Kenntnisse und Kompetenzen der Kinder. Binnen 5 Schuljahren eignen

## Schulsystem in der Tschechischen Republik <sup>6, 10, 11</sup>

Im Jahre 2005 beginnt eine Reform des tschechischen Schulwesens. In der Tschechischen Republik werden die Rahmenbildungsprogramme (RBP) verfasst, die durch das Gesetz Nummer 561/2004 Sb. (u. zw. vor allem § 3 System der Bildungsprogramme, § 4 Rahmenbildungsprogramme und § 5 Schulbildungsprogramme) festgesetzt wurden. Die RBP legen den Umfang der Ausbildung für jeden Schultyp fest. Jede Schule erstellt dann ihr eigenes Schulbildungsprogramm, das von dem RBP, den Bedingungen an der Schule und den Bedürfnissen der Schüler/innen ausgeht. Seit 1. September 2007 sollten alle Grundschulen ihr eigenes Schulbildungsprogramm (SBP) haben. Auch alle weiterführende Schulen (Gymnasien, Berufsfachschulen und Fachoberschulen) sollen seit 1. September 2009 gemäß eigenem Schulbildungsprogramm unterrichten. Die Schulpflicht in Tschechien beträgt 9 Schuljahre.

Der **Kindergarten** gehört zu keinem Teil des Schulsystems. Er bietet Kindern zwischen 3 und 6 Jahren eine dreijährige Vorschulziehung an. Der Besuch des Kindergartens ist von dem Wunsch der Eltern abhängig, er ist nicht verpflichtet. Das letzte Jahr bildet die Vorschulbildung und bereitet Kinder für Grundschule vor.

In der **Grundschule** beginnt die neunjährige Schulpflicht. Die tschechischen Grundschulen werden in zwei Stufen eingeteilt. Die Entwicklung der Schlüsselkompetenzen ist für das RBP sehr wichtig. Die Grundausbildung enthält folgende Schlüsselkompetenzen: Lehrkompetenz, Kompetenz für die Problemlösung, kommunikative Kompetenz, Sozial- und Personalkompetenz, Bürgerkompetenz und Arbeitkompetenz.

Die erste Stufe dauert fünf Schuljahre und wird durch Klasse 1 bis 5 gebildet. Die erste Stufe des Grundbildungswesens erleichtert den Kindern einen Übergang von Vorschulbildung und intensiver Familienpflege zur obligatorischen, regelmäßigen und systematischen Ausbildung. Die Unterrichtsmethoden schließen Tätigkeitslernen und praktisches Lernen ein, die Kinder zum weiteren Lernen motivieren. Das RBP in der ersten Stufe enthält den Ausbildungsbereich „Mensch und seine Welt“, der in fünf Themenkreise geteilt wird. Im Themenkreis „Naturvielfalt“ können wir auch Lehrstoffe wie z.B. Stoffe und ihre Eigenschaften oder Kenntnisse über die Erde finden (hier kann sich auch Kompass und Magnetfeld der Erde befinden). Die Stundentafel für den Ausbildungsbereich „Mensch und ihre Welt“ bietet insgesamt mindestens (für erste fünf Schuljahre) 12 Stunden pro Monat, d. h. 3 Wochenstunden an. Es gibt durchschnittlich etwas mehr als eine halbe Stunde pro Woche für Naturvielfalt.

Nach ersten fünf Schuljahren können die Schüler/innen in Anlehnung an ihr Wissen und Können verschiedene Schularten (Konservatorium oder achtjähriges Gymnasium) besuchen. Die meisten Schüler/innen bleiben an der Grundschule und sie besuchen weiter die zweite Stufe (Hauptschule). Es gibt auch eine Möglichkeit nach siebter Klasse auf ein sechsjähriges Gymnasium zu wechseln. Die zweite Stufe dauert 4 Schuljahre (von sechster bis neunte Klasse). Die Schüler/innen erwerben auf der zweiten Stufe Kenntnisse, Fertigkeiten und Gewohnheiten, die alle Schüler/innen weiter formen. Im RBP gibt es einen Ausbildungsbereich „Mensch und Natur“, der die Ausbildungsfächer Physik, Chemie, Naturgeschichte und Erdkunde enthält. Dieser Bereich „Mensch und Natur“ schließt an den Ausbildungsbereich „Mensch und seine Welt“ aus der ersten Stufe an. Im Lehrbereich des elektromagnetischen und optischen Prozess können wir folgende erwartete Ergebnisse finden – Schüler/innen wenden in der Praxis ihre Erkenntnisse über die Wirkung magnetischen Feldes auf Magnet und stormdurchfließende Spule an. Im Lehrstoff gibt es den Begriff elektrisches und magnetisches Feld – elektrische und magnetische Kraft, d. h. dass das RBP nur eine Erwähnung über Magnetismuslehre enthält. Dennoch wenden einige Schulbildungsprogramme oder Physiklehrbücher der Magnetismuslehre befriedigende Zeitstützung zu. Zum Beispiel das Physikschulbuch für sechste Klasse von dem Verlag Fraus enthält folgende Themen: Magnete und ihre Eigenschaften, Wirkung des Magnets auf Körper aus verschiedenen Stoffen, magnetische Induktion und Magnetisierung, magnetisches Feld und magnetische Feldlinien, Magnetfeld der Erde, Kompass, Zusammenfassung und Wiederholung. Die Stundenta-

Schema des Bildungssystems der Tschechischen Republik

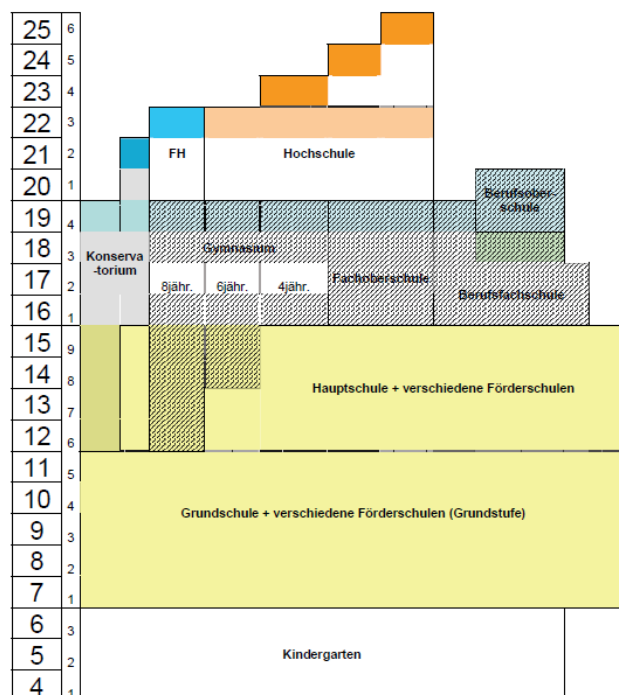


Fig. 8: Schulsystem in Tschechien

Die Schüler/innen erwerben auf der zweiten Stufe Kenntnisse, Fertigkeiten und Gewohnheiten, die alle Schüler/innen weiter formen. Im RBP gibt es einen Ausbildungsbereich „Mensch und Natur“, der die Ausbildungsfächer Physik, Chemie, Naturgeschichte und Erdkunde enthält. Dieser Bereich „Mensch und Natur“ schließt an den Ausbildungsbereich „Mensch und seine Welt“ aus der ersten Stufe an. Im Lehrbereich des elektromagnetischen und optischen Prozess können wir folgende erwartete Ergebnisse finden – Schüler/innen wenden in der Praxis ihre Erkenntnisse über die Wirkung magnetischen Feldes auf Magnet und stormdurchfließende Spule an. Im Lehrstoff gibt es den Begriff elektrisches und magnetisches Feld – elektrische und magnetische Kraft, d. h. dass das RBP nur eine Erwähnung über Magnetismuslehre enthält. Dennoch wenden einige Schulbildungsprogramme oder Physiklehrbücher der Magnetismuslehre befriedigende Zeitstützung zu. Zum Beispiel das Physikschulbuch für sechste Klasse von dem Verlag Fraus enthält folgende Themen: Magnete und ihre Eigenschaften, Wirkung des Magnets auf Körper aus verschiedenen Stoffen, magnetische Induktion und Magnetisierung, magnetisches Feld und magnetische Feldlinien, Magnetfeld der Erde, Kompass, Zusammenfassung und Wiederholung. Die Stundenta-



## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

fel für das RBP garantiert mindestens 21 Stunden pro Monat für den Ausbildungsbereich „Mensch und Natur“, d. h. etwas mehr als 5 Wochestunden. Durchschnittlich bietet es etwas mehr als 1 Wochestunde für Physikunterricht an.

Die Schüler/innen mit sonderpädagogischem Förderbedarf können verschiedene Förderschulen besuchen, wo sie in Anlehnung an individuelle oder abgeänderte Lehrpläne gemäß ihrem speziellen Bedarf unterrichtet werden.

Nach neunjähriger Schulpflicht haben Schülerinnen und Schüler mehrere Möglichkeiten auszuwählen, welche **weiterführende Schule** sie besuchen möchten. Einige können Konservatorium, 8jähriges oder 6jähriges Gymnasium weiter besuchen, die anderen können zwischen vierjährigem Gymnasium, Konservatorium, Fachoberschule oder Berufsfachschule wählen. Weiterführende Ausbildungsprogramme können folgende Abschlüsse erzielen: mittlerer Abschluss (ein- oder zweijähriges Unterrichtsprogramm), mittlerer Abschluss mit Lehrbrief (2 oder 3jähriges Ausbildungsprogramm) oder mittlerer Abschluss mit Abitur (meistens 4jähriges Ausbildungsprogramm, 6 und 8jähriges Gymnasium (bzw. Konservatorium) oder noch 2jähriges Ausbildungsprogramm an einer Berufsoberschule für Schüler/innen mit einem mittleren Abschluss mit Lehrbrief).

An vierjährigen Gymnasien gilt allgemein das RBP für Gymnasium und jede Schule gestaltet ihr eigenes Schulbildungsprogramm (SBP). Jedes SBP enthält diesmal sechs Schlüsselkompetenzen: Lehrkompetenz, Kompetenz für Problemlösung, kommunikative Kompetenz, Sozial- und Personalkompetenz, Bürgerkompetenz und Kompetenz für die Unternehmungslust. Der ganze Lehrstoff wird in acht Ausbildungsbereiche geteilt (zum Beispiel „Mensch und Natur“ enthält Physik, Chemie, Biologie, Geographie und Geologie). Im Physiklehrstoff können wir elektromagnetische Phänomene und Licht finden. Hier gibt es den Lehrstoff – Magnetfeld (Feld der Magnete und durchfließender Leiter, magnetische Induktion und Induktionsspannung). Die Stundentafel für Gymnasium enthält mindestens 36 Wochenstunden (insgesamt pro 4 Jahre und 8 Fächer). Es sind 36 Wochenstunden für zwei Ausbildungsbereiche – „Mensch und Natur“ und „Mensch und Gesellschaft“ (Geschichte und bürgerliche und gemeinschafts-wissenschaftliche Grundlagen), d. h. durchschnittlich etwas mehr als eine Wochenstunde für Physik jedes Jahr. Beide Ausbildungsbereiche sind nur in den ersten zwei Jahren verpflichtet (dann nur als Wahlfach angeboten). Die RBP für Fachoberschule und für Berufsfachschule sind sehr von der Schulart abhängig.

Schüler/innen mit Abiturabschluss können an einer Hochschule oder Fachhochschule weiter studieren.

## **Nachwort**

In meinem Vortrag habe ich Schulsysteme in einigen Ländern verglichen. Ich habe mich näher mit der Vergleichung des Physikunterrichts beschäftigt, insbesondere mit der Magnetismuslehre entsprechend der Ausbildungsstufe. Die Stundentafel und Lehrpläne sind in einigen Ausbildungsstufen in jedem Land (Österreich – Ö, Sachsen – Sa, Slowakei – Sl und Tschechien – Tsch) verglichen worden. Für die Grundschule (1. – 4. Schuljahr) bekommt den größten Stundenzahl Ö – 12 Wochenstunden (WS), dann Sa – 10 WS, Sl – 3,5 WS und den kleinsten Stundenzahl für Tsch – 3 WS. Also im Primarbildungsbereich ist die Zeitstützung ganz unterschiedlich zwischen deutschsprachigen Ländern und Tschechien und der Slowakei. Im Sekundarbereich, in der zweiten Stufe von der circa 5. bis die 8. Klasse und in der dritten Stufe – bis das Abitur, ist die Situation fast gleich, nur Sa liegt 8 WS vor, aber alle anderen Länder haben durchschnittlich 5 WS.

In jedem Land gibt es spezifisches Schulsystem. Lehrpläne in einigen Ländern sind vergleichbar. Man kann größere Unterschiede nur in Primarbereich finden, wo die Lehrer/innen in Österreich und in Sachsen fast dreimal mehr Zeitstützung als die Lehrer/innen in Tschechien und in der Slowakei bekommen. Aber mit neuem Zugang zur Ausbildung haben die Schulen größere Möglichkeiten, wie den ganzen Unterricht an ihre Kinder und ihre Bedürfnisse anzupassen.

## **Quellennachweis:**

- [1] <http://www.bmukk.gv.at/> (besonders: [http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp\\_abs.xml](http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_abs.xml) und [http://www.bmukk.gv.at/medienpool/17146/bildungsentwicklung\\_07.pdf](http://www.bmukk.gv.at/medienpool/17146/bildungsentwicklung_07.pdf))
- [2] [http://de.wikipedia.org/wiki/Bildungssystem\\_in\\_%C3%96sterreich](http://de.wikipedia.org/wiki/Bildungssystem_in_%C3%96sterreich)
- [3] <http://www.bildungsserver.de/zeigen.html?seite=400>
- [4] [http://de.wikipedia.org/wiki/Bildungssystem\\_in\\_Deutschland](http://de.wikipedia.org/wiki/Bildungssystem_in_Deutschland)
- [5] <http://www.sachsen-macht-schule.de>
- [6] [http://www.euregio-egrensis.de/presse/leitfaden\\_schulsysteme.pdf](http://www.euregio-egrensis.de/presse/leitfaden_schulsysteme.pdf) - Das Schulsystem in Bayern, Sachsen und der Tschechischen Republik mit Glossar

- [7] <http://www.minedu.sk>
- [8] <http://www.statpedu.sk>
- [9] <http://siov.cmsromboid.sk>
- [10] <http://www.msmt.cz>
- [11] <http://rvp.cz>
- [12] <http://vuppraha.cz>

**Bilder:**

- Fig. 1: Schaubild österreichischen Schulsystems
- Fig. 2: Stundentafel für Volksschule (Grundschule)
- Fig. 3: Stundentafel für schulautonome LPB
- Fig. 4: Stundentafel für keine schulautonomen LPB
- Fig. 5: Stundentafel für Realgymnasium
- Fig. 6: Schulsystem in Sachsen
- Fig. 7: Schulsystem in der Slowakei
- Fig. 8: Schulsystem in Tschechien

## První krůčky v magnetismu

*Irena Vlachynská, katedra obecné fyziky, Fakulta pedagogická, ZČU v Plzni*

Je dán v současném školství dostatečně velký prostor pro výuku magnetismu a základních vlastností magnetu? Jsou v Rámcově vzdělávacích programech dostatečně vymezeny pojmy, poznatky a osvojené znalosti o magnetickém poli a magnetu? Ve svém příspěvku se pokusím na tyto otázky odpovědět a nastínit možnost výuky prvních krůček a úvodu do magnetismu heuristickou formou, kdy jsou žáci vtaženi do výuky a sami experimentují, objevují a ověřují základní vlastnosti z této oblasti fyziky.

### Úvod

Současné české školství je od 1. září 2005 legislativně upraveno zákonem. č. 561/2004 Sb.<sup>1,2</sup>, a to především § 3 Systém vzdělávacích programů, § 4 Rámcové vzdělávací programy a § 5 Školní vzdělávací programy. Rámcové vzdělávací programy<sup>3</sup> (RVP), jsou platné pro celou Českou republiku a každá škola si vytváří svůj (pro své žáky nejvhodnější) Školní vzdělávací program (ŠVP). V RVP pro základní vzdělávání je fyzice věnována šestá vzdělávací oblast – Člověk a příroda. Ve vzdělávacím obsahu vzdělávacího oboru fyzika je tématům magnetismu a magnetického pole věnována pouhá zmínka v probíraném učivu – magnetické pole a magnetická síla (viz obrázek 1).

### Učivo

- **elektrický obvod** – zdroj napětí, spotřebič, spínač
- **elektrické a magnetické pole** – elektrická a magnetická síla; elektrický náboj; tepelné účinky elektrického proudu; elektrický odpor; stejnosměrný elektromotor; transformátor; bezpečné chování při práci s elektrickými přístroji a zařízeními
- **vlastnosti světla** – zdroje světla; rychlost světla ve vakuu a v různých prostředích; stín, zatmění Slunce a Měsíce; zobrazení odrazem na rovinném, dutém a vypuklém zrcadle (kvalitativně); zobrazení lomem tenkou spojkou a rozptylkou (kvalitativně); rozklad bílého světla hranolem

*Obr. 1: RVP pro ZV – probírané učivo*

V očekávaných výstupech tematického celku Elektromagnetické a světelné děje nalezneme aplikování praktických poznatků elektromagnetismu (viz obrázek 2).

**ELEKTROMAGNETICKÉ A SVĚTELNÉ DĚJE**

Očekávané výstupy

žák

- sestaví správně podle schématu elektrický obvod a analyzuje správně schéma reálného obvodu
- rozliší stejnosměrný proud od střídavého a změří elektrický proud a napětí
- rozliší vodič, izolant a polovodič na základě analýzy jejich vlastností
- využívá Ohmův zákon pro část obvodu při řešení praktických problémů
- využívá prakticky poznatky o působení magnetického pole na magnet a cívku s proudem a o vlivu změny magnetického pole v okolí cívky na vznik indukovaného napětí v ní
- zapojí správně polovodičovou diodu
- využívá zákona o přímočarém šíření světla ve stejnorodém optickém prostředí a zákona odrazu světla při řešení problémů a úloh
- rozhodne ze znalosti rychlostí světla ve dvou různých prostředích, zda se světlo bude lámat ke kolmici či od kolmice, a využívá této skutečnosti při analýze průchodu světla čočkami

*Obr. 2: RVP pro ZV – očekávané výstupy*

<sup>1</sup> [http://www.msmt.cz/uploads/soubory/zakony/Uplne\\_zneni\\_SZ\\_317\\_08.pdf](http://www.msmt.cz/uploads/soubory/zakony/Uplne_zneni_SZ_317_08.pdf)

<sup>3</sup> Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, VÚP Praha, 2007

I přes tento fakt věnují některé učebnice fyziky pro základní školy ve svých časově tematických plánech výuce magnetismu uspokojivý prostor. Například Fyzika pro 6. ročník od Nakladatelství Fraus uvádí šestihodinovou dotaci s tématy: Magnety a jejich vlastnosti, Působení magnetu na tělesa z různých látek, Magnetická indukce a magnetování, Magnetické pole a magnetické indukční čáry, Magnetické pole Země, kompas, Shrnutí a opakování.<sup>1</sup>

Více informací o Rámcově vzdělávacích programech nejen pro základní vzdělávání naleznete zejména na webových stránkách Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy<sup>2</sup>, Výzkumného ústavu pedagogického v Praze<sup>3</sup> a Metodického portálu RVP<sup>4</sup>.

## Experimenty při výuce magnetismu

Mnohá dotazníková šetření a mnohé studie ukázaly, že žáci vítají možnost aktivního zapojení do výuky a pokud je to spojeno s praktickou činností a vlastním objevováním, rozvíjíme hned několik klíčových kompetencí a žáci si probíranou tematiku lépe zapamatují.

Ve svém článku budu uvádět příklady experimentů, které jsem se pokusila sestavit v rigorózní práci do uceleného souboru experimentů pro seznamování s problematikou magnetů, magnetických vlastností a magnetismu obecně. Hlavním cílem mé práce bylo ukázat možnosti zařazení a využívání experimentů při výuce magnetismu, sestavení souboru experimentů s permanentními magnety, tyto jednoduché experimenty realizovat a vytvořit metodické listy, či poukázat na četné mezipředmětové vztahy, které můžeme nalézt v historii tohoto oboru. Celkem je v práci podrobně popsáno 40 experimentů a 12 aktivizujících (kontrolních) úloh, jednotlivé experimenty jsou doplněny vlastní fotodokumentací a některé jsou opatřeny i krátkými videosekvencemi.

Jako první krůček zařazuji experiment s názvem „Zjistíte účinky „kouzelného“ kamene na různá tělesa.“ Do vyučovací hodiny fyziky přineseme několik exemplářů magnetovce (možné vypůjčit z přírodovědné sbírky), umělých magnetů a dostatek lehkých předmětů z různých materiálů. Při větším počtu magnetovců mohou žáci pracovat ve skupinkách a rozvíjet tím také sociální kompetenci. Pokud nemáme dostatečný počet magnetovců, provedeme experiment pro všechny žáky. Na podložku umístíme řadu předmětů



Obr. 3: Účinky "kouzelného" kamene

z různých materiálů (i žáci mohou přidávat své zkušební předměty), je vhodné, aby předměty nebyly příliš těžké – nezapomene na špendlíky, kancelářské sponky, svírací špendlíky, kousky igelitu, gumičku. Poté k naší hromádce z různorodých předmětů přiblížíme „kouzelný kámen“, pro větší efekt můžeme ještě pronést nějakou čarovnou formuli a zkusíme některé předměty „začarovat“ a zvednout z podložky.

Závěr tohoto experimentu (jak můžete vidět na obrázku 3) je ten, že opravdu jsme některé předměty „začarovali“ a zvedli z podložky. Někteří žáci již vědí, co máme za kouzelný kámen, ostatním řekneme, že náš „kouzelný“ kámen se jmenuje magnetovec a je přírodním magnetem. Žáci si mohli vyzkoušet a viděli, že magnetovec zvedl pouze lehké předměty, a proto lidé používají umělé magnety,

### Experiment č. 2<sup>1</sup>:

**Úkol:** Zjistíte, na jaké látky působí podkovovitý magnet, podkovovitý nebo tyčový magnet, drobné kovové předměty (kancelářské sponky, špendlíky, hřebíčky, ...), další drobné předměty z různého materiálu (kousek papíru, PVC, dřeva, křída, guma, ...)

**Provedení:** Všechny zkoumané předměty dáme dohromady. Můžeme ještě vše opatrně promíchat. Nyní uchopíme podkovovitý nebo tyčový magnet a přiblížíme se s ním k naší hromádce.

**Komentář:** Na magnet se přichytily špendlíky, hřebíčky, připínáčky, kancelářské sponky apod. Ostatní předměty z různých materiálů zůstaly ležet na lavičce.

**Závěr:** Podkovovitý magnet působí přitažlivě skutečně jen „kovové“ předměty.

**Tipy:** Tento experiment můžeme se žáky provádět jako heuristický v malých skupinkách, pokud máme dostatečný počet podkovovitých (či tyčových) magnetů. Žáci si sami dají dohromady předměty z různých materiálů, které najdou buď u sebe nebo po třídě.

Vyučující by měl mít pro jistotu v zásobě připraven dostatečný počet předmětů z různých materiálů.

Na obrázku 15 lze vidět na magnetu přichycenou také feritovou tyčinku a krychličku kobaltu a niklu.

**Video:** „Jak působí magnet na různé materiály?“ – (délka 14 s)

Tato video ukázka demonstruje působení magnetu na různorodou směs předmětů. Pomocí přitažlivého působení magnetu jsme z lavičky zvedli hřebíčky, připínáčky, kancelářské sponky, ale i feritové jádro, krychličku niklu či kobaltu.

**Poznámka:** Vyšše uvedené působení jen na „kovové“ předměty můžeme uvést na pravou míru zavedením feromagnetických látek, např. jako [30]. Látky, z nichž jsou vyrobená tělesa, na která působí magnet označujeme jako feromagnetické. Mezi feromagnetické látky patří železo, kobalt, nikl a většina jejich slitin.<sup>30</sup>



Obrázek 15: Experiment č. 2

### Obr. 4: Struktura experimentu

... a proto lidé používají umělé magnety,

<sup>1</sup> [http://ucebnice.fraus.cz/download/1357-fyzika\\_cas\\_temat\\_plan\\_6.doc](http://ucebnice.fraus.cz/download/1357-fyzika_cas_temat_plan_6.doc)

<sup>2</sup> [www.msmt.cz](http://www.msmt.cz)

<sup>3</sup> [www.vuppraha.cz](http://www.vuppraha.cz)

<sup>4</sup> [www.rvp.cz](http://www.rvp.cz)

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

kteří mají mnohem silnější účinky. Žáci ve skupinkách nyní mohou použít rozdané školní magnety (stačí feritové magnetky na tabuli) a vyzkoušet si „čarování“ – působení magnetu na své zkušební vzorky (vyučující by měl mít vždy dostatek předmětů z různorodých materiálů k dispozici, aby žáci mohli experimentovat v malých skupinkách, nejlépe ve dvojici). Sami si vyzkouší, že magnet přitáhne jen kovové předměty (viz obrázek 4).

Na tomto obrázku je vidět také struktura jednotlivých experimentů, vždy je zadán úkol, uvedeny potřebné pomůcky, popis provedení, komentář, závěr z experimentu, tipy, popis videosekvence s uvedenou délkou a případné poznámky. Nyní tedy můžeme s žáky zopakovat, že magnety mohou existovat jak v přírodě (magnetovec), tak že máme magnety umělé (školní magnet, feritové magnetky z tabule apod.)

Předchozí experimenty prokázaly, že magnet přitáhne všechny zkoumané kovové předměty. Můžeme tedy zařadit experiment ověřovací, zda magnet opravdu přitahuje všechny kovové předměty. Potřebujeme umělý magnet a různé vzorky kovů (např. ocelový, měděný a hliníkový hřebík, mosazný vrut, v ideálním případě vzorky kobaltu a niklu). Jak je vidět na obrázku č. 5, některé předměty zůstaly ležet na podložce (mosazný vrut, měděný a hliníkový hřebík). Na podkovovitém magnetu vidíme také kancelářské sponky a krychličku niklu (ta větší vpravo) a krychličku kobaltu. Magnet tedy nepřitahuje všechny kovové materiály, ale pouze tzv. feromagnetické (železo, kobalt, nikl a většinu jejich slitin). Vhodné pro demonstraci jsou také vzorky plechů ze soupravy



Obr. 5: Ověřovací experiment



Obr. 6: Sponka na niti

GAMABETA, kde máme jednotlivé druhy kovu označeny příslušným štítkem.

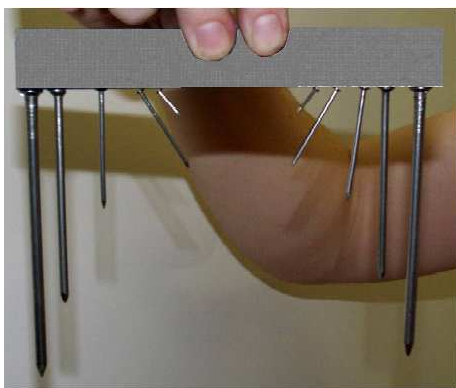
Po vyzkoušení bezprostředního působení magnetu na různé předměty si můžeme položit otázku „Působí magnet i na dálku?“ Odpověď nalezneme za pomoci následujících experimentů. Vždy potřebujeme magnet, a jak je vidět na obrázku 6, kancelářskou sponku a nit. Tento experiment žáky velice baví, můžeme vyhlásit soutěž, jakmile žáci si vyzkouší působení magnetu na dálku, kdo jako první dostane sponku do vodorovné polohy (po celé trajektorii se nesmí dotknout magnetu), popř. ti nejdříve i do polohy svislé, kdy je sponka pod magnetem. Na obrázku 7 je ukázán další experiment, ke kterému se potřebuje opět magnet, dále železný předmět (můžeme využít malá jádra z transformátoru) a dále válcovité předměty (voskovky, fixy s kulatým průřezem, velmi se osvědčila nastříhaná brčka). Pomocí válcovitých předmětů (např. nastříhaných brček) si žáci vytvoří trasu, po které budou na dálku pomocí magnetu posouvat železný předmět. Při

působení magnetu na dálku můžeme do sytosti využít fantazii a různé variace např. využijeme bazének – nádobu s vodou, do ní vložíme plastový talířek. Na takto vytvořený ostrůvek můžeme umístit jak železný kvádrík a přibližovat se magnetem, tak magnet a poté budeme ostrůvek ovládat železným předmětem.

Při předchozích experimentech žáci zjistí, že se magnet nechová vždy stejně, záleží, jak jej k danému předmětu natočíme. Můžeme si tedy opět položit otázku „Je magnet všude stejný“ a z experimentů žáci mohou vyvodit hlavní tři části magnetu s nejdůležitějšími vlastnostmi, které poté pojmenujeme póly magnetu a netečné pásmo. Části magnetu můžeme vyzkoušet pěkným experimentem (viz obrázky 8, 9 a 10), kdy se snažíme na část magnetu umístit vždy co největší hřebík. Těmito experimenty si vymodelujeme silové působení daného tyčového, resp. podkovovitého magnetu či magnetovce.



Obr. 7: Působení magnetu na dálku



Obr. 8: Tyčový magnet

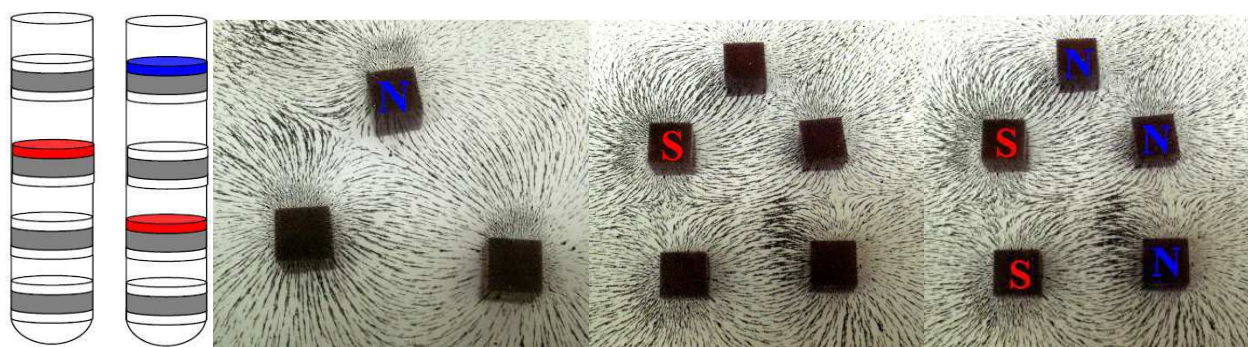


Obr. 9: Podkovovitý magnet



Obr. 10: Magnetovec

Při výuce můžeme samozřejmě využívat i problémových úloh. K následujícímu experimentu potřebujeme menší zkumavku a několik malých magnetek na tabuli (válcovitého tvaru). Při vhodném uspořádání magnetek můžeme žákům ukázat levitaci magnetů ve zkumavce. Experiment necháme kolovat třídou a žáci mají poté za úkol odhalit správné uspořádání magnetů. Mohou buď vyznačit zbývající póly, nebo rozhodnout, zda již naznačené uspořádání magnetů může odpovídat předvedenému experimentu. Kontrolní úlohy můžeme sestavovat s různou obtížností. Pokud jsme již se žáky modelovali magnetické pole, můžeme využít obrazce ze železných pilin k procvičování a ověřování získaných znalostí. Zde jednoduše přidáváme na obtížnosti zařazením většího počtu magnetů. U všech kontrolních úloh je vždy připojeno správné řešení.



Obr. 11: Příklad kontrolních úloh a ukázka správného řešení

Pro žáky byl také velmi zajímavý dynamický model magnetického pole. K experimentu potřebujeme mělkou nádobu na vodu (stačí plastový talířek nebo miska), jemné železné piliny, plexisklo, popř. sklo – o rozměrech podobných nádobě na vodu a několik magnetů. Na vodu v nádobě nasypeme jemné železné piliny, většina z nich se díky povrchovému napětí udrží na hladině, přes nádobu položíme plexisklo a na něj umístíme magnety. Železné piliny se na vodní hladině mohou volně natáčet a vymodelují nám tak část magnetického pole. Experiment je možno obměňovat, přemísťováním magnetů a jejich otáčením – změnou magnetického pólu. Magnetické pole podle zkušeností doporučuji modelovat maximálně s třemi magnety.

Velmi oblíbený byl mezi žáky také experiment „Vytvoř si vlastní kompas“. Při tomto experimentu žáci prakticky využívají poznatky o magnetování těles, uvědomují si chování Země jako velkého magnetu a procvičují si opět několik klíčových kompetencí (kompetenci k učení, k řešení problémů, pracovní, komunikativní, sociální a personální). K experimentu je potřeba silnější magnet, jehla (špendlík či kancelářská sponka), tenký korkový plátek, miska s vodou, kompas (buzola nebo stačí kontrolní magnetka – jak je patrné z obrázku 12).

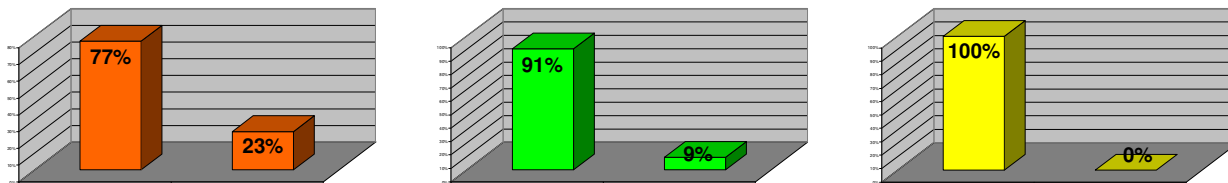


Obr. 12: Vyrobený kompas a kontrolní magnetka

Soubor experimentů jsem ověřovala v několika třídách základních škol. Žáci vyplňovali celkem tři dotazníky, při prv-

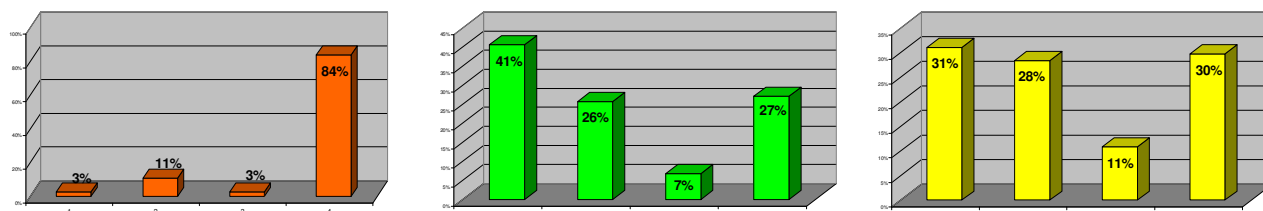
## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4

ním jsem zjišťovala vstupní znalosti, druhý dotazník byl zadáván bezprostředně po provedení experimentů a třetím dotazníkem jsem zjišťovala, co si žáci z probírané látky pamatují a zadávala jej s odstupem dvou týdnů. Všechny tři dotazníky obsahovaly šest stejných otázek, pouze třetí dotazník byl rozšířen o otázkou sedmou, kdy jsem se ptala, které experimenty si žáci pamatují a který se jim nejvíce líbil.



Obr. 13: Je magnet všude stejný – levý sloupec – odpověď „ano“, pravý – „ne“

Žáků jsem se postupně ptala na otázky: „Jaké předměty přitahuje magnet?“, „Působí magnet na dálku?“ – výběr odpovědí ano, ne, „Je magnet všude stejný?“ – výběr odpovědí ano, ne, „Jaké kovové předměty (materiály) jsou přitahovány magnetem?“, „Pokud znáš, napiš způsoby, jak na sebe mohou působit dva magnety. U jednotlivých způsobů popiš, kdy tato situace nastane.“ a zda si žáci umějí vyrobit kompas. Pokud ano, měli popsat jak. V následujících obrázcích jsou grafy řazeny chronologicky, tj. oranžový – dotazník na vstupní znalosti, zelený – bezprostředně po experimentech a žlutý s odstupem dvou týdnů.



Obr. 14: Umíš si vyrobit kompas? Pokud ano, popiš jak. Stupnice – zleva nejlepší odpovědi, vpravo - nejhorší

## Závěr

Ve svém příspěvku jsem se pokusila naznačit možnosti zařazení experimentů z magnetismu do vyučovacích hodin fyziky, kdy žáci sami mohou hravou formou přicházet na nové poznatky týkající se magnetů a magnetických vlastností látek. Během samostatné činnosti a práce v menších skupinkách žáci rozvíjejí řadu klíčových kompetencí. Jak ukazuje i dotazníkové šetření, žáci si znalosti osvojené vlastním experimentováním dobře pamatují.

## Literatura:

- [1] Irena Vlachynská, Historie a experiment jako motivační prvek ve výuce magnetismu – rigorózní práce, Plzeň, 2008
- [2] [http://www.msmt.cz/uploads/soubory/zakony/Uplne\\_zneni\\_SZ\\_317\\_08.pdf](http://www.msmt.cz/uploads/soubory/zakony/Uplne_zneni_SZ_317_08.pdf)
- [3] Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, VÚP Praha, 2007
- [4] [http://ucebnice.fraus.cz/download/1357-fyzika\\_cas\\_temat\\_plan\\_6.doc](http://ucebnice.fraus.cz/download/1357-fyzika_cas_temat_plan_6.doc)
- [5] [www.msmt.cz](http://www.msmt.cz)
- [6] [www.vuppraha.cz](http://www.vuppraha.cz)
- [7] [www.rvp.cz](http://www.rvp.cz)

## Learning from the polar bear – physical aspects of bionics in theory and experiment

Christian Wankerl, Angela Fösel, *Physikalisches Institut, Didaktik der Physik, Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg*

### What is bionics?

As an interdisciplinary research and development field, bionics close the gap between biology and physics on the one hand, and technology on the other. The term 'bionics' was first mentioned by the US Air Force Major Jack. E. Steele on a congress in the Wright-Patterson Air Force Base in Dayton, Ohio, in 1960.

The central principle of bionics can be summed up under with the motto „learning from nature for technology“ respectively „testing natural inventions and transferring them into technical applications“.

Figure 1 shows *Daedalus* building wings for himself and *Icarus*, fashioned with feathers held together with wax to escape from the Minotaur's labyrinth. That is the first mention of the principle of bionics.



Fig. 1: *Daedalus* (on the left) and *Icarus* (on the right) building wings. (quoting [2])

### The polar bear as an example for how to learn from nature

The polar bear is particularly suitable for the study of the central principle of bionics.

Below, you can see a map of the arctic region: The natural habitat of polar bears is marked blue. The polar region is a very hostile territory with temperatures down to minus 80 °C. Another complicating factor is the fact that the winds are cold and strong in the arctic region. The polar bear also has to swim in water at temperatures of approximately 0 °C.

So, to put it in a nutshell, polar bears must be well-adapted to their habitat, the North Pole.





Fig. 2: Map of the arctic region. (quoting [3])

How can the polar bear cope with these hostile conditions?

Among other things, the polar bear's pelt presents various ways for reducing heat transfer: Long hair prevents heat conduction. To reduce heat convection, the pelt is very compact and the hair is hollow. – Incidentally, the hollow hair is also responsible for the white colour of the bears. – The translucent pelt in combination with light absorption on the black skin brings the keyword 'solar heating' into play.

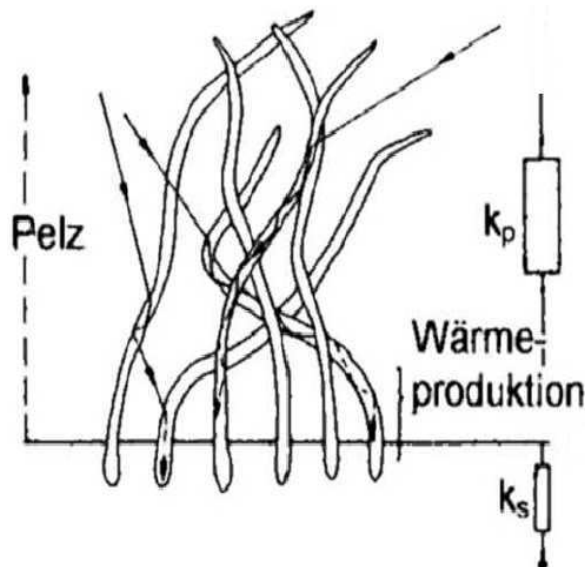


Fig. 3: Schematic of polar bear's pelt ( $k$ : thermal resistance). (quoting [5])

Nevertheless, the *transparent thermal insulation* (fig. 4) is a bionic development, oriented towards the solar heating principle of the polar bear: Sunlight reaches the outer windowpane (1). Total internal reflection is at work within the capillary tubes (3).

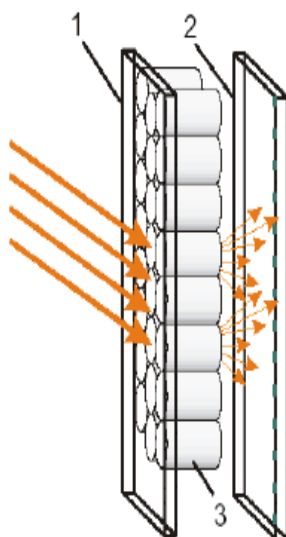


Fig. 4: Schematic of a transparent thermal insulation with outer windowpane (1), inner windowpane (2) and capillary tubes (3). (quoting [6])

In combination with a black wall, the transparent thermal insulation is a kind of solar heating system which may help save energy. Besides – without an integrated black wall – the transparent thermal insulation is an arrangement for indirect lighting, reducing shadows in rooms.

In the following, a simple *experiment for determining the heat transmission coefficient ( $U_g$ -value)* of a transparent thermal insulation is presented.

A *peltier element* is a semiconductor component: A temperature difference between its two sides yields a thermoelectric voltage  $U_{th}$ . Being based on this principle, heat-flow measurements can be made by peltier elements connected in series, so-called peltier modules (fig. 5).

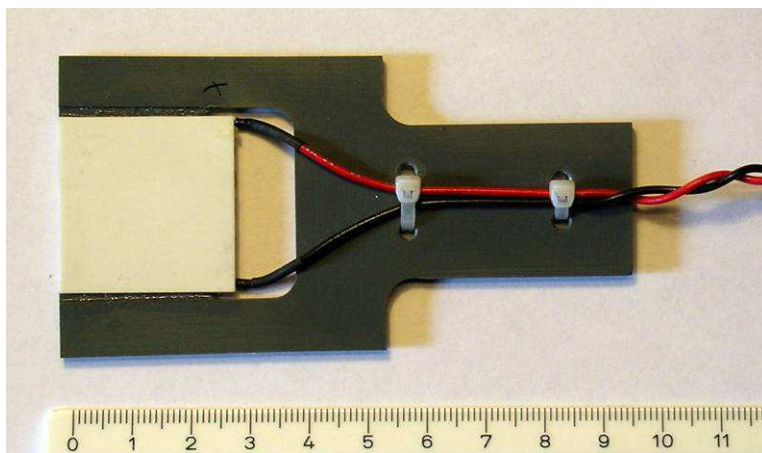


Fig. 5: Peltier module ('white square') with bracket.

From the formula  $\dot{Q} = k \cdot U_{th}$ , with  $\dot{Q}$ : heat-flow,  $U_{th}$ : thermoelectric voltage and  $k$ : calibrating factor, characterising the utilised peltier module, you can see that the heat-flow is directly proportional to the thermoelectric voltage. Thus, by measuring the thermoelectric voltage while being fully aware of the calibrating factor  $k$ , the corresponding heat-flow is established. Figure 6 shows the experimental setup.

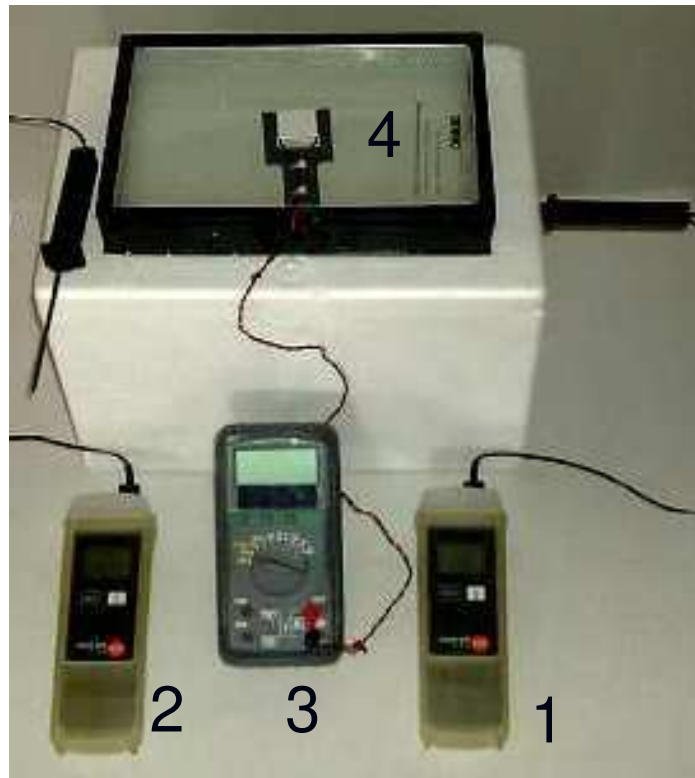


Fig. 6: Experimental Setup: thermometer to determine the temperature inside the box (1), thermometer to determine the temperature outside the box (2), digital voltmeter to determine the output thermoelectric voltage of the peltier module (3), calibrated peltier module (4).

From  $\dot{Q} = k \cdot U_{th}$  and  $\dot{Q} = A \cdot \Delta T \cdot U_g$ , with A: surface of the peltier module and  $\Delta T$ : temperature difference

between the two sides of the peltier module,  $U_g$  can be determined experimentally:  $U_g = \frac{k \cdot U_{th}}{A \cdot \Delta T}$

	in/out	out/in
<b>T<sub>1</sub> in °C</b>	47,6	45,0
<b>T<sub>2</sub> in °C</b>	19,8	20,2
<b>ΔT in K</b>	27,8	24,8
<b>U<sub>th</sub> in mV</b>	2,6	6,0
<b><math>\dot{Q}</math> in mW</b>	18,5	42,7
<b>U<sub>g</sub> in W/ m<sup>2</sup>K</b>	0,74	1,91

In the table you can see the experimental results for two directions of heat-flow. The heat transmission coefficient in the direction (in/out) is smaller than the heat transmission coefficient in the other direction. This is achieved by a reflecting coat for infrared light in the in/out direction.

## Conclusion and Outlook

Based on the polar bear, the principle of 'learning from nature' was explained in detail. In this context, a special kind of thermal insulation is presented as a result of transferring the polar bear's 'invention' into a technical invention.

Nature (figure 7 shows a picture of a polar bear taken by an infrared camera) and the involved technical application are very interesting for students at schools. Therefore bionics are suitable contexts to introduce physical aspects.

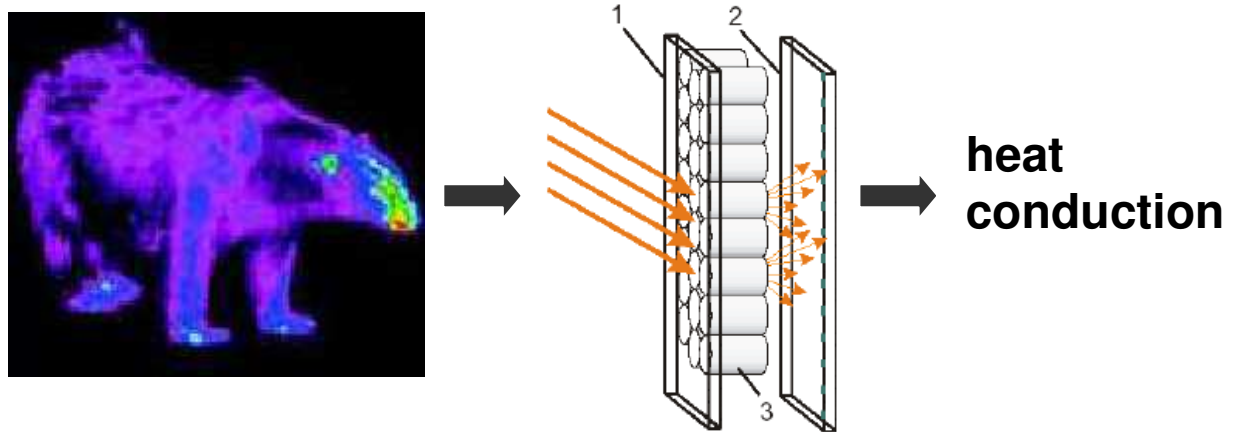


Fig. 7: Example of how to introduce heat conduction in school. On the left: infrared picture of a polar bear (quoting [7])

For future projects other interesting topics could be, for example, the lotus (plant) with the involved technical application of dirt-repellent paint for introducing the physical aspects of 'cohesion' and 'adhesion'. One could also consider the moth eye (technical applications: anti-reflecting surfaces) to look into the central themes 'reflection' and 'transmission'.

### Further information

The present article is based on the *thesis* 'Wankerl Christian; Lernen von Motte und Eisbär – Physikalische Aspekte der Bionik in Theorie und Experiment; FAU Erlangen-Nürnberg'.

### Literature

- [1] <http://www.walz-naturfoto.de/bilder/Eisbaer133.jpg>
- [2] <http://www.vollmer-mythology.de/gif/89.gif>
- [3] <http://www.nzz.ch/images/Nordpol.683567.jpg>
- [4] <http://www.polarwelt.de/eisbaer5.gif>
- [5] Nachtigall, Werner: Bionik – Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Springer Verlag; Berlin 1998
- [6] [http://www.okalux.de/fileadmin/Downloads/Infotexte/i\\_kapilux\\_twd.pdf](http://www.okalux.de/fileadmin/Downloads/Infotexte/i_kapilux_twd.pdf)
- [7] <http://www.openlearn.open.ac.uk/file.php/2820/formats/print.htm>

## **Seznam účastníků**

- Mgr. Aichinger Daniel, KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, dann@kof.zcu.cz
- Mgr. Bílek David, Nakladatelství Fraus, Goethova 8, 301 01 Plzeň, bilek@fraus.cz
- Ing. Václav Bláha, CSc., Česká nukleární společnost, o.s. Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, vacblaha@seznam.cz
- Ing. Borovička Pavel, Praha Profimedia s.r.o., p.borovicka@profimedia-cz.cz
- Mgr. Bretfeldová Hana, Základní škola profesora Zdeňka Matějčka, Zdeňka Štěpánka 340, 434 01 Most, hana.bretfeldova@seznam.cz
- Bronner Patrick, Friedrich-Alexander-Universitaet Erlangen, Physikalisches Institut, Didaktik der Physik, Staudtstrasse 7, 91058 Erlangen, Germany, patrick.bronner@physik.uni-erlangen.de
- Mgr. Burešová Hana, Základní škola, Ratibořická 1700, 193 00 Praha-Horní Počernice, buresova.hana@volny.cz
- doc. PaedDr. Coufalová Jana, CSc., FPE ZČU v Plzni, coufalova@kmt.zcu.cz
- Ing. Cervan David, Ph.D., SPŠ Ostrov, dcervan@students.zcu.cz
- PaedDr. Čihák Lubomír, Střední průmyslová škola strojnická, Klatovská 109, 32057 Plzeň, cihak@spstrplz.cz
- Mgr. Dirlbeck Jan, Gymnázium Cheb, Nerudova 7, 35040 Cheb, dirlbeck@gymcheb.cz
- Mgr. Dostálová Jana, ZŠ Černošín, nám. 1. máje 38, 34958 Černošín, jadost@centrum.cz
- PhDr. Drhová Jana, Společnost ŠKODA HOLDING Regionální technické muzeum o.p.s., Tylova 1/57, 316 00 Plzeň, jana.drhova@techmania.cz
- Ing. Drvota Zdeněk, Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice, Studentská 95, 532 10 Pardubice 2, zdenek@drvota.net
- Mgr. Dvořák Ladislav, KF, PeF MU Poříčí 7, 603 00 Brno, bvorak@ped.muni.cz
- doc. RNDr. Dvořák Leoš, CSc., KDF, MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2, Leos.Dvorak@mff.cuni.cz
- RNDr. Dvořáková Irena, KDF, MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2, irena.dvorakova@mff.cuni.cz
- Ing. Dufková Marie, ČEZ, a.s., Marie.Dufková@cez.cz
- Ing. Ešner Ludvík, ZŠ Chlumčany, Komenského 154, 334 42 Chlumčany, ludvikesner@seznam.cz
- Mgr. Feřt Lukáš, SPŠD Karlovarská 99, 301 00 Plzeň, lfert@gmail.com
- Mgr. Fikrle Miroslav, ZŠ Stříbro, Gagarinova ulice 1039, 349 01 Stříbro, M.Fikrle@zsgagarinova.cz
- Mgr. Foltýnová Jana, KFY PřF OU Bráfova 7, 701 03 Ostrava, jana.foltynova@seznam.cz
- Dr. Fösel Angela, Friedrich-Alexander-Universitaet Erlangen, Physikalisches Institut, Didaktik der Physik, Staudtstrasse 7, 91058 Erlangen, Germany, Angela.Foesel@physik.uni-erlangen.de
- Mgr. Francík František, ZŠ Karlovy Vary, Truhlářská 19, 360 17 Karlovy Vary, frantisek.francik@zstruhlarska.cz
- Mgr. Havel Cyril, KF, PeF UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec Králové, cyril.havel@uhk.cz
- doc. PaedDr. Václav Havel, CSc., KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, havelv@kof.zcu.cz
- RNDr. Eva Hejnová, Ph.D., KF, PF UJEP, Hoření 13, 40011 Ústí nad Labem, hejnova@sci.ujep.cz
- PaedDr. Hockicko Peter, Ph.D., KF, ELF ŽU, Veľký Diel 010 26 Žilina, hockicko@fyzika.uniza.sk
- PaedDr. Gerhard Höfer, CSc., KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, hofer@kof.zcu.cz
- Mgr. Horálek Josef, KF, PeF UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec Králové, josef.horalek@uhk.cz
- Mgr. Hubáčová Hana, ZŠ Štěnovice, Čižice 344, 332 04 Štěnovice, hubacovah@zsstenovice.cz

- Mgr. Chalupníková Rita, KF PeF UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec Králové,  
Rita.chalupnikova@uhk.cz
- Janovský Zdeněk, KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, zjanov@kof.zcu.cz
- Mgr. Jánský Lukáš, ZŠ a MŠ Kladno, Zd. Petříka 1756, 27201 Kladno, lukasjansky@seznam.cz
- RNDr. Jezbera Daniel, KF, PeF UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec Králové, daniel.jezbera@uhk
- Mgr. Jindra Jaroslav, KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, polyczek@kof.zcu.cz
- Kalivodová Martina, FPE ZČU v Plzni, martina.kalivodova@email.cz
- PaedDr. Kepka Josef, CSc., KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, kepka@kof.zcu.cz
- Mgr. Kielbusová Zdeňka, KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, kielbus@kof.zcu.cz
- Mgr. Klimentová Markéta, KF, PeF UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec Králové,  
marketa.klimentova@uhk.cz
- doc. RNDr. Kolářová Růžena, CSc., KDF, MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2,  
ruzena.kolarova@mff.cuni.cz
- RNDr. Koníček Libor, Ph.D., KFY, PŘF OU Bráfova 7, 701 03 Ostrava, libor.konicek@osu.cz
- Mgr. Kordek David, KF, PeF UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec Králové, David.Kordek@uhk.cz
- Mgr. Korimová Hana, Střední průmyslová škola strojnická, Klatovská 109, 32057 Plzeň, korimova@spstrplz.cz
- Mgr. Kubincová Libuše, Ph.D., KFY, PŘF OU Bráfova 7, 701 03 Ostrava, Libuse.Kubincova@osu.cz
- Kunesch Robert, KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, kotal@kof.zcu.cz
- RNDr. Lachmannová Miluše, Nakladatelství Prometheus, Čestmírova 10, 140 00 Praha-Nusle,  
lachmannova@prometheus-nakl.cz
- Mgr. Makydová Lucie, KF, PeF MU, Poříčí 7, 603 00 Brno, makydova@zsbos9.cz
- PhDr. Masopust Pavel, KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, pmasop@kof.zcu.cz
- Mgr. Maunová Kateřina, KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, mauny@kof.zcu.cz
- Mgr. Mazurek Jiří, Gymnázium Orlová, Masarykova tř. 1313, 735 14 Orlová, jiri.mazurek@gym-orlova.cz
- prof. RNDr. Mechlová Erika, CSc., KFY, PŘF OU Bráfova 7, 701 03 Ostrava, erika.mechlova@osu.cz
- Nelkenbrecher Marco, Friedrich-Alexander-Universitaet Erlangen, Physikalisches Institut, Didaktik der Physik,  
Staudtstrasse 7, 91058 Erlangen, Germany, marco@nelkenbrecher.net
- RNDr. Novák Ivo, Ph.D., KF, PŘF OU Bráfova 7, 701 03 Ostrava, ivo.novak@osu.cz
- Mgr. Novák Petr, KF, PeF MU Poříčí 7, 603 00 Brno, newmann@mail.muni.cz
- Nushartová Jana, GPJP, Jindřišská, 110 00 Praha, jana.nushartova@gpjp.cz
- doc. RNDr. Obdržálek Jan, CSc., UTF, MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2,  
jan.obdrzalek@mff.cuni.cz
- Mgr. Pajtlová Pavla, Gymnázium a SOS Rokycany, Mládežníků 1115, Rokycany 337 01, pajtlova@gasos-ro.cz
- Mgr. Panuška Ivan, Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice, Studentská 95, 532 10 Pardubice 2,  
ivan.panuska@upce.cz
- Dr. Ing. Petřík Josef, KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, petrik@kof.zcu.cz
- Mgr. Poula Jan, ZŠ Karlovy Vary, Poštovní 19, 36001 Karlovy Vary, poula@zskvary.cz
- RNDr. Jitka Prokšová, Ph.D., KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, proksovej@kof.zcu.cz
- Mgr. Prusíková Lenka, KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, lprusiko@kof.zcu.cz
- Mgr. Půlkrábek Vít, KFY, PŘF OU Bráfova 7, 701 03 Ostrava, vit.pulkrabek@osu.cz
- Mgr. Rajalová Jana, ZŠ Klatovy, Tolstého 765, 339 01 Klatovy
- doc. Dr. Ing. Rauner Karel, KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, rauner@kof.zcu.cz

#### ***Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4***

- doc. RNDr. Rojko Milan, CSc., KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, rojko@atlas.cz
- Slavík Milan, Gymnázium Cheb, Nerudova 7, 350 02 Cheb, slavik@gymcheb.cz
- Mgr. Sirotková Ivana, Gymnázium L. Pika, Opavská 21, 312 00 Plzeň, sirotkova@gop.pilsedu.cz
- Mgr. Sháněl Jiří, Gymnázium Trhové Sviny, Školní 995, 374 01 Trhové Sviny
- Mgr. Šroll Petr, KF, PeF UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec Králové, Petr.Scroll@uhk.cz
- Mgr. Tomáš Martin, KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, marty01@kof.zcu.cz
- PaedDr. Tesaf Jiří, Ph.D., KF, PF JU, Jeronýmova 10, 371 15; České Budějovice, raset@pf.jcu.cz
- doc. RNDr. Trna Josef, CSc., KF, PeF MU Poříčí 7, 603 00 Brno, trna@ped.muni.cz
- Mgr. Vaculová Ivana, KF, PeF MU, Dědina 162, 687 22 Ostrožská Nová Ves, ivanavaculova@mail.muni.cz
- Valerius Carmen, Friedrich-Alexander-Universitaet Erlangen, Physikalisches Institut, Didaktik der Physik, Staudtstrasse 7, 91058 Erlangen, Germany, c.valerius@arcor.de
- Ing. Valeš Libor, KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, lvaless@fpe.zcu.cz
- RNDr. Veselá Vlasta, Sport. gymnázium Ostrava Volgogradská 2631/6 700 30 Ostrava – Zábřeh, vesela@gososp.cz
- PhDr. Vlachynská Irena, KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 306 14 Plzeň, renkav@kof.zcu.cz
- RNDr. Vlášková Jana, Nakladatelství Prometheus, Praha 4, vlaskova@prometheus-nakl.cz
- Mgr. Vojtíš Miroslav, ZŠ a MŠ Pernink, Karlovarská 118, 362 36 Pernink
- prof. RNDr. Volf Ivo, CSc., KF, PeF UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec Králové, ivo.volf@uhk.cz
- Votruba Václav, ZŠ Palmovka, Palmovka 8/468, 180 00 Praha
- prof. Ing. Vybíral Bohumil, CSc., KF, PeF UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec Králové, bohumil.vybiral@uhk.cz
- Mgr. Wagnerová Hana, Gymnázium a SOS Rokycany, Mládežníků 1115, Rokycany 337 01, wagnerova@gasos-ro.cz
- Wankerl Christian, Friedrich-Alexander-Universitaet Erlangen, Physikalisches Institut, Didaktik der Physik, Staudtstrasse 7, 91058 Erlangen, Germany, ChWankerl@t-online.de
- Mgr. Zalubilová Gabriela, Gymnázium Sokolov, Husitská 2053, 356 11 Sokolov, zalubilova@gymso.cz.
- RNDr. Žilavý Peter, Ph.D., KDF, MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2, zilavy@kdf.mff.cuni.cz

*vydala Západočeská univerzita v Plzni*  
ISBN 978-80-7043-785-8