

FYZIKA

Didaktická komunikace fyziky a její aplikace

PAVOL TARÁBEK – PŘEMYSL ZÁŠKODNÝ

Didaktický institut, Bratislava, SLOVENSKO – Jihočeská univerzita, České Budějovice

V prosinci tohoto roku se dožívá významného životního jubilea prof. RNDr. Jitka Brockmeyerová-Fenclová, CSc. Oceňujeme její přínos k formování didaktiky fyziky jako vědecké disciplíny a její celoživotní dílo bychom chtěli připomenout následujícím příspěvkem. Přejeme jubilantce pevné zdraví a životní pohodu do dalších let.

Redakce MFI

Úvod

J. Brockmeyerová-Fenclová vybudovala v sedmdesátých a osmdesátých letech minulého století Teorii didaktické komunikace fyziky a v mezioborové spolupráci s dalšími vědci ukázala její uplatnitelnost nejen v didaktice fyziky. J. Brockmeyerová-Fenclová při budování teorie didaktické komunikace vzala v úvahu také další plodná pojetí didaktiky fyziky (např. aplikační, integrační) a pokusila se formulovat základy teorie a metodologie didaktiky fyziky jako svébytného vědeckého oboru. Didaktická komunikace fyziky byla autory článku v dalších letech akceptována jako teorie a metodologie didaktiky fyziky, zvláště v oblasti vytváření nástrojů sdílitelnosti a předávání fyzikálního poznání. Tento zřetel se pak promítl především do modelování a strukturování přenosu fyzikálního poznání, obsahu výuky a tvorby učebních textů.

1. Teorie didaktické komunikace

Základy teorie didaktické komunikace budou autory článku připomenuty pomocí citací z práce [1]. Hlubší poznání teorie didaktické komunikace umožňuje vedle práce [1] studium dalších děl J. Brockmeyerové-Fenclové a jejích spolupracovníků (viz výběr prací [2] – [12] uvedený v přehledu literatury).

1.1. Předmět didaktiky fyziky a transformace fyzikálního poznatku

První skupina citací z práce [1] vystihuje předmět didaktiky fyziky a vztah transformací fyzikálního poznatku a základních problémových oblastí didaktiky fyziky:

Citace 1: „**Předmět didaktiky fyziky** v našem pojetí je celý souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod fyzikálního poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli, a tím i do společenského vědomí. Při tomto ovlivnitelném procesu, který můžeme nazvat **didaktickou komunikací fyziky**, dochází nejen k přenosu informace, ale i k učení. Má proto vedle funkce informativní také výraznou funkci kognitivně formativní a výchovnou.“

Citace 2: „**Fyzikální poznatek** prodělává během didaktické komunikace **několik výrazných transformací**.“

Citace 3: „Didaktika fyziky musí sledovat celou cestu předávání fyzikálního poznání a prochází tak zcela odlišnými oblastmi myšlení, zkoumání a vyjadřování, které zhruba odpovídají naznačeným transformacím. Jsou to **základní problémové oblasti didaktiky fyziky**“

1.2. Vymezení některých problémových oblastí didaktiky fyziky

Přehled základních problémových oblastí didaktiky fyziky je podle práce [1] dán následujícím sledem okruhů:

- Vědecký systém fyziky z hlediska didaktické komunikace,
- Didaktický systém fyziky,
- Výukový projekt fyziky a jeho prostředky,
- Výukový proces fyziky,
- Výsledky výuky fyziky a jejich hodnocení,
- Fyzikální vzdělání a jeho uplatnění,
- Výchova a vzdělávání učitelů fyziky,
- Metodologie a historie didaktiky fyziky.

Z uvedeného přehledu základních problémových oblastí didaktiky fyziky autoři článku stručně citují prostřednictvím práce [1] vymezení alespoň prvních čtyř okruhů:

Citace 4: „Vědecký systém fyziky z hlediska didaktické komunikace. Zahrnuje celé poznání ve fyzice, jeho systém, metody i současné a prognostické pojetí. Toto poznání zkoumá didaktika fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti a možností přenosu.“

Citace 5: „Didaktický systém fyziky. Sem patří otázky smyslu a pojetí fyziky jako předmětu výuky a vzdělání vůbec, struktura obecných a specifických cílů výuky, problematika obsahu výuky fyziky. Tvorba didaktického systému předpokládá znalost nebo zkoumání vazeb k dalším prvkům výchovné sféry a určení vstupních hodnot příslušných prvků. Teprve pak mohou být cíle a obsah spojeny v přiměřené učivo v určitém uspořádání vzhledem k vyučování a učení. Tvorba didaktického systému předpokládá vyjasnění povahy fyzikálních poznatků z hlediska náročnosti jejich osvojování. Didaktický systém fyziky je klíčovou otázkou didaktiky fyziky. Volbou příslušného modelu je ovlivněn celý přenos fyzikálního poznání. Je to také otázka nejobtížnější, protože zde překračuje didaktika fyziky hranici dvou věd a musí hledat logický, strukturální, gnozeologický a metodologický vztah didaktického a vědeckého systému fyziky.“

Citace 6: „Výukový projekt fyziky a jeho prostředky. Výukový projekt má být realizací didaktického systému v učebních plánech, osnovách, učebnicích, pomůckách a jejich kombinacích.“

Citace 7: „Výukový proces fyziky. Jedním z nejvýznamnějších problémů didaktiky fyziky je výukový proces specificky uzpůsobený pro komunikaci fyzikálních poznatků“

2. Rozvíjení teorie didaktické komunikace

2.1. Sled transformací fyzikálního poznatku

V rámci teorie „Didaktické komunikace“ je podle [13] – [18] předložen sled transformací fyzikálního poznatku z vědeckého do didaktického jazyka, který je již dostatečně srozumitelný jak učitelům, tak i žákům a studentům.

Tento sled transformací je zřejmý z následujícího přehledu:
Transformace T1 Systém fyzikálních teorií → Vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti
Transformace T2 Vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti → Obsah výuky fyziky jako učivo (nejpřesnější a nejúplnější vyjádření didaktického systému fyziky)
Transformace T3 Obsah výuky fyziky (učivo) → Učebnice (základní složka výukového projektu fyziky)
Transformace T4 Učebnice, vstupní znalosti a zkušenosti učících se (včetně běžných znalostí) → Vědomosti (T4 je realizována prostřednictvím vzdělávacího procesu)
Poslední fáze didaktické komunikace Vědomosti → Trvalá složka vzdělání a její aplikace

2.2. Modelování struktury fyzikálních pojmů a poznatků

Již v r. 1980 publikovala prof. J. Brockmeyerová-Fenclová práci [4], v níž konstatuje, že „přibližně 50 % maturantů nemá o fyzikálních pojmech vytvořené dostatečně jasné představy, studenti nejsou schopni dílčí poznatky spojit . . . a jejich znalosti, projevují-li se vůbec, jsou převážně formální.“

V jiné práci [12] se konstatuje, že „se nepodařilo překonat tolikrát kritizovaný encyklopedismus, který vyžaduje převážně paměťové dispozice žáka“.

Od té doby uplynulo mnoho let a situace se téměř nezměnila, nebo se změnila v opačném směru – do osnov je vkládáno více a více znalostních prvků. Učivo je přeplněno množstvím faktů a požadavky na jejich pamatování vedou k situaci, kdy žáci a studenti mají v paměti pouze verbální výroky, symbolické vzorce a algoritmy bez jejich hlubšího pochopení.

Systém pojmů a poznatků netvoří v mozcích žáků a studentů strukturu, ale pouze mozaiku jednotlivých paměťových prvků, mezi nimiž nejsou souvislosti. Jednotlivé prvky z této vědomostní mozaiky se rychle drojí jako kaménky z nekvalitně udělané mozaiky.

Tento způsob vzdělávání je neefektivní v období masového rozšíření informačních technologií a rychle se měnícího světa. Nutně musí vést k zastávání našich absolventů v mezinárodní soutěži, k jejich neschopnosti vyvíjet nové moderní technologie, které jsou základem např. znalostní ekonomiky – motoru ekonomického vývoje vyspělých zemí OECD.

Řešením této situace je nejen redukce osnov a reforma vzdělávací soustavy, ale také důsledné zpracování didaktizovaných poznatků fyziky **strukturovaným způsobem**. Proto je v rámci transformací T1, T2 a T3 potřebné vhodným způsobem vyjádřit a sdělit poznatky fyziky:

- a) ve strukturované podobě
- b) a s respektováním možností žáků a studentů.

K těmto účelům byly vyvinuty kognitivně strukturní metody, které vymezují a modelově znázorňují struktury fyzikálních pojmů a poznatků. K těmto metodám patří

- a) vytváření konkrétních **strukturovaných modelů předávání fyzikálního poznání** v rámci vědeckého a didaktického systému fyziky **analyticko-syntetickou metodou** (*P. Záškodný, J. van Deursen* [13] – [18]). Přitom je v souladu s [1] kladen důraz na **sdělitelnost a přenos fyzikálního poznání pomocí zprostředkovaného řešení problémů**,
- b) vytváření konkrétních **strukturovaných modelů pojmově poznatkových systémů** na různých hierarchicky uspořádaných úrovních fyzikálního poznání (*P. Tarábek*, [13] – [18]). Přitom je využíván jednoduchý princip **reprezentace pojmů sémantickými sítěmi** [24] **nebo kognitivními systémy** [25], [26].

Analyticko-syntetická metoda odpovídá na otázku: **Jak přenášet a zprostředkovávat fyzikální poznání?**

Metoda strukturovaných pojmově poznatkových systémů odpovídá na otázku: **V jaké podobě přenášet a zprostředkovávat fyzikální poznání?**

Kognitivně strukturní metody používají jako vhodné nástroje pro zobrazování kognitivních modelů síťové grafy a vytvářejí tak srozumitelné **pojmové a poznatkové mapy**, které jsou analogiemi map kognitivních [24].

Propojení obou uvedených metod vede v souladu s [1] k přenosu fyzikálního poznání v podobě přiměřené možnostem žáků a studentů a v podobě respektující vědecký systém fyziky. Tím je umožněna interdisciplinární spolupráce didaktiky fyziky s fyzikou, pedagogikou a kognitivní psychologií.

3. Analyticko-syntetická metoda modelování struktury předávání fyzikálního poznání

3.1. Popis analyticko-syntetického modelování

Vytváření strukturovaného modelu předávání fyzikálního poznání spočívá v analyticko-syntetickém modelování přenosu fyzikálního poznání jako zprostředkovaného řešení identifikovaného problému (viz [13] – [18]). **Vedle úvodní identifikace problému** jako dosud nepoznané oblasti fyzikální reality **tento druh kognitivních modelů obsahuje**

- **analytickou část** (umožňující problém rozčlenit na dílčí oblasti),
- **část věnující se vymezování podstaty dílčích problémových oblastí procesem abstrakce,**
- **syntetickou část** (umožňující nalezení souvislostí mezi dílčími řešeními)
- a konečně **závěrečnou myšlenkovou rekonstrukci** původního identifikovaného problému.

Provedená myšlenková rekonstrukce již osvojené oblasti fyzikální reality umožňuje vymezit další navazující problém, který může být opět řešen žáky nebo studenty v rámci výuky pomocí obdobně strukturovaného a navazujícího poznávacího cyklu.

Lze se domnívat, že analyticko-syntetické modely jsou prostředkem k reprezentaci vědeckého systému fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (tj. k uskutečnění transformace T1), k reprezentaci didaktického systému fyziky (tj. k uskutečnění transformace T2) a v rámci transformace T3 mohou být dobrou předlohou pro napsání kvalitní učebnice. Fyzikální teorie jsou pak strukturovány tak, aby na úrovni vědeckých poznatků i didaktizovaných poznatků umožňovaly přenos fyzikálního poznání jako řešení

problémů. Je zřejmé, že tyto modely nepotřebují vědci, ale měly by být výbavou pro učitele fyziky na všech úrovních pro usnadnění přenosu fyzikálního poznání během výuky.

3.2. Ilustrace analyticko-syntetického modelování

Výsledkem transformace T1 je vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti. Analyticko-syntetický model kognitivní struktury vědeckého systému fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti je uveden na obr. 1.

Model kognitivní struktury fyziky na obr.1 byl použit k napsání prací [20], [21]. V pracích [20], [21] je na základě modelu fyziky jako celku (viz obr. 1) a na základě dalších modelů statistické fyziky, klasické fyziky, kvantové fyziky a relativistické fyziky předložen **Přehled základů teoretické fyziky (s aplikací na radiologii)** v české verzi na 264 stránkách a ve verzi anglické na 317 stránkách. Obě práce vznikly v rámci poskytnutých zahraničních grantů a byly recenzovány a kontrolně čteny devíti českými, slovenskými, ruskými, italskými a anglickými odborníky. Uvedené práce umožňují významnou redukci obsahu výuky tím, že zobrazují proces předávání fyzikálního poznání. Jsou napsány způsobem, který je přijatelný pro každého zájemce o fyziku, který umí derivovat a integrovat na velmi jednoduché úrovni.

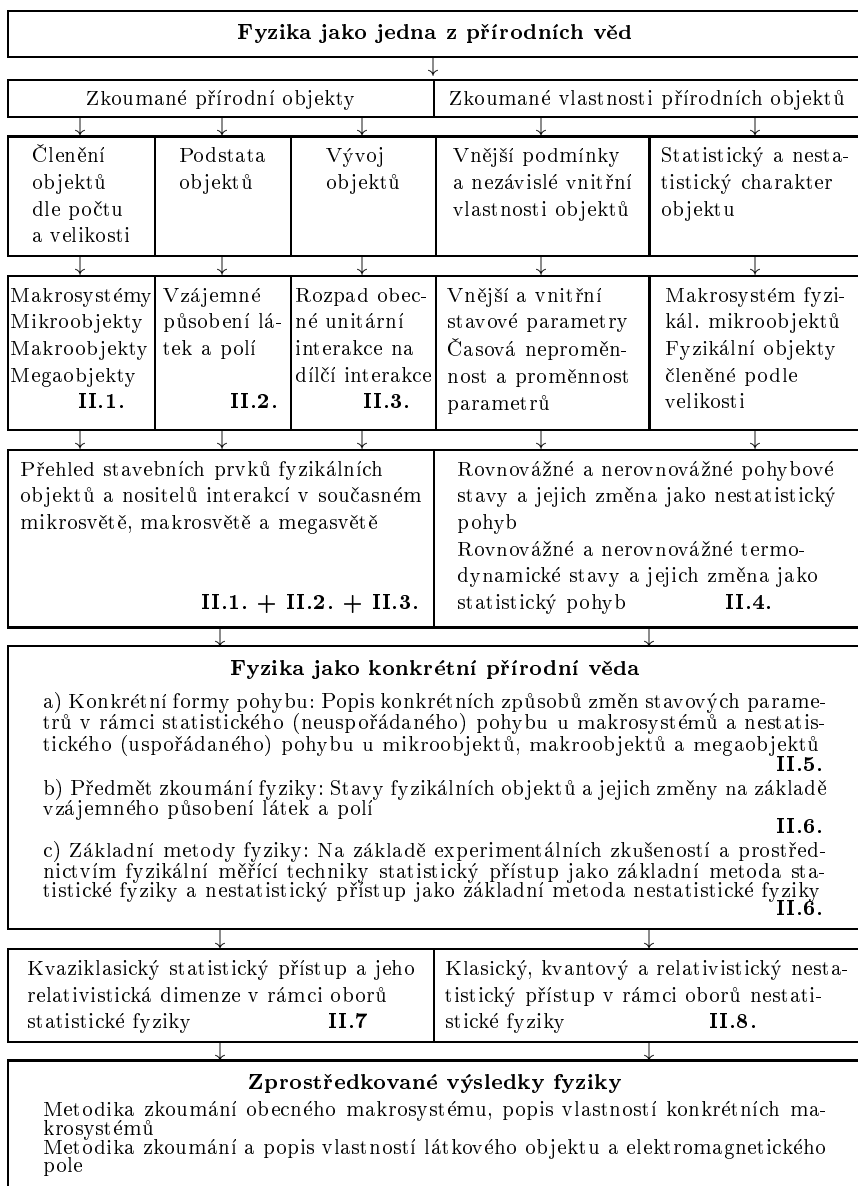
Práce [20], [21] byly pomocí modelu na obr. 1 strukturovány do následujících částí:

Úvod Struktura fyziky (odstavce II.1. až II.8. vyznačené v obr. 1).

Část A Statistická fyzika (klasická, kvantová a relativistická dimenze propojeny do kvaziklasického statistického přístupu).

Část B Nestatistická fyzika (klasická, kvantová a relativistická dimenze zpracovány odděleně v rámci klasické, kvantové a relativistické mechaniky a odpovídajících aplikací elektromagnetického pole a jaderné fyziky).

Část C Ionizující záření a jeho aplikace v radiologii.



Obr. 1 Analyticko-syntetický model kognitivní struktury fyziky

Model na obr. 1 lze stručně popsat následujícím způsobem (v uvedených pracích [20], [21] je popis proveden pomocí odstavců, které mají v obr. 1 označení II.1. až II.8.):

a) Fyzika jako jedna z přírodních věd zkoumá makrosystémy tvořené obrovským počtem objektů (většinou částic) pohybujících se neuspořádaným (statistickým) pohybem. Dále zkoumá mikroobjekty, makroobjekty a megaobjekty, které jsou buď osamocené nebo tvořeny objekty, které se pohybují uspořádaným (nestatistickým) pohybem (např. proud částic nebo vlnění). Podstatou těchto objektů je vzájemné působení látek a polí. Vývoj těchto objektů až do současnosti je spojen s postupným rozpadem obecné unitární interakce na dílčí interakce (gravitační, elektromagnetickou, silnou a slabou interakci)

b) Makrosystémy mají statistický charakter, je brána v úvahu jejich vnitřní struktura. Zkoumá je statistická fyzika, jejich stavy se nazývají stavy termodynamickými. Možným stavům je přiřazována pravděpodobnost jejich výskytu pomocí distribučních funkcí, stavové parametry těchto stavů jsou souborovými středními hodnotami fyzikálních veličin. Pohyb je pojímán jako změna stavu. Většinou jsou zkoumány stavy termodynamické rovnováhy, v nichž se střední hodnoty stavových parametrů s časem nemění. Příkladem mohou být makrosystémy molekul vzduchu, ale také makrosystémy fermionů (např. elektronový plyn v kovech jako degenerovaný Fermiho plyn) nebo bosonů (např. fotonový plyn záření černého tělesa nebo fononový a rotonový plyn v krystalech, amorfních látkách a supravodivých materiálech jako degenerované Boseho plyny)

c) Mikroobjekty, makroobjekty a megaobjekty mají nestatistický charakter, jejich vnitřní struktura není brána v úvahu. Zkoumá je nestatistická fyzika, jejich stavy se nazývají stavy pohybovémi. Popis pohybových stavů umožňuje pohybové zákony (kinematika), příčiny změn pohybových stavů umožňují popsat pohybové rovnice (dynamika). Jsou zkoumány stavy rovnovážné (statické, stacionární) a také stavy nerovnovážné (kvazistacionární, nestacionární). Pohyb je opět pojímán jako změna stavu. Příkladem stacionárního stavu může být stav vázaného elektronu v obalu atomu, který nezáří a neabsorbuje. Příkladem nestacionárního stavu může být stav vázaného elektronu při jeho excitaci nebo deexcitaci (atom při excitaci může absorbovat foton, při deexcitaci naopak foton vyzařovat).

d) Statistická i nestatistická fyzika mají svou variantu klasickou, kvantovou (je uplatňován vlnově korpuskulární dualismus) a relativistickou (prostor a čas závisí na rozložení a pohybu fyzikálních objektů). V rámci sta-

tistické fyziky jsou tyto tři dimenze spojovány do kvaziklasického statistického přístupu, v rámci nestatistické fyziky je klasická dimenze zkoumána klasickou mechanikou a klasickými aplikacemi elektromagnetického pole, kvantová a relativistická dimenze kvantovou a relativistickou mechanikou a kvantovými a relativistickými aplikacemi elektromagnetického pole.

e) Nestatistickou fyziku (nestatistický přístup) lze vystavět na základě pojmů „**pohybová rovnice**“ (např. druhý Newtonův zákon v klasické mechanice, nestacionární Schrödingerova rovnice v nerelativistické kvantové mechanice) a „**pohybový zákon**“ (např. tvar trajektorie jako množina koncových bodů polohového vektoru v klasické mechanice; v kvantové mechanice si lze představit tvar trajektorie jako množinu „pravděpodobnostních oblaků“ vázaného elektronu při jeho excitaci nebo deexcitaci v obalu atomu).

f) Statistickou fyziku (statistický přístup) lze vystavět na pojmu „**distribuční funkce**“ (např. Maxwellova distribuce rychlostí v molekulách plynu jako jednoduchá aplikace Maxwellova-Boltzmannova rozdělení) a „**souborová střední hodnota**“ (např. střední kvadratická rychlost molekul plynu).

(Pokračování)

L i t e r a t u r a

- [1] *Fenclová-Brockmeyerová, J.*: Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. SPN, Praha 1982, 156 s.
- [2] *Fenclová-Brockmeyerová, J.*: Výzkum formalismu ve znalosti fyzikálního zákona. ACADEMIA, Praha 1970, 52 s.
- [3] *Fenclová-Brockmeyerová, J., Kotásek, J.*: Příspěvek k vymezení předmětu a problémové struktury didaktiky fyziky jako vědní disciplíny. In: K otázkám vědecké práce v didaktice fyziky (sborník konference). MFF UK, Praha, 1979, s. 104-138.
- [4] *Fenclová-Brockmeyerová, J.*: Fyzikální vědomosti našich studentů. ACADEMIA, Praha 1980, 98 s.
- [5] *Fenclová-Brockmeyerová, J., Bednařík, M., Půlpán, Z., Svoboda, E.*: K perspektivám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd. ACADEMIA, Praha 1984, 161 s.
- [6] *Fenclová-Brockmeyerová, J.*: Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky. SPN, Praha 1984, 189 s.
- [7] *Fenclová-Brockmeyer, J.*: Gegenstand und Hauptproblembereiche der Physikdidaktik. In: Deutsche Physikalische Gesellschaft, Didaktik der Physik. Physikertagung, Münster, 1984, s.173-178.

- [8] *Brockmeyerová, J.*: Základní vědecké oblasti didaktiky fyziky a jejich metody. In: Sborník konference. MFF UK, Praha, 1985, s.40-57.
- [9] *Brockmeyerová, J.*: Je didaktika fyziky vědeckou disciplínou? Československý časopis pro fyziku, 41, 1991, s.272-277.
- [10] *Brockmeyerová, J., Čapek, V., Kotásek, J.*: Oborové didaktiky jako samostatné vědní disciplíny. Pedagogika, XLX, 2000
- [11] *Brockmeyer-Fenclova, J.*: Communication Conception of Didactics of Physics. In: „Modern Science and Textbook Creation (volume 1: Projection of scientific systems)“. Frankfurt a.M., X.2004. Educational Publisher Didaktis Ltd., 2005, s.13-21.
- [12] *Lepil, O.*: Problémy komplexní realizace výukového projektu fyziky na gymnáziu. Sborník konference DIFDYZ, Račkova dolina, 1983.
- [13] *Tarabek, P., Zaskodny, P.*: Analytical-Synthetic Modelling of Cognitive Structures (volume 1: New structural methods and their application). Educational Publisher Didaktis Ltd., Bratislava, London 2001, 61 s.
- [14] *Tarabek, P., Zaskodny, P.*: Analytical-Synthetic Modelling of Cognitive Structures (volume 2: Didactic communication and educational sciences). Educational Publisher Didaktis Ltd., Bratislava, New York 2002, 114 s.
- [15] *Tarabek, P., Zaskodny, P.*: Structure, Formation and Design of Textbook (volume 1: Theoretical basis). Educational Publisher Didaktis Ltd., Bratislava, London 2003, 100 s.
- [16] *Tarabek, P., Zaskodny, P.*: Structure, Formation and Design of Textbook (volume 2: Theory and practice). Educational Publisher Didaktis Ltd., Bratislava, London 2004, 174 s.
- [17] *Tarabek, P., Zaskodny, P.*: Modern Science and Textbook Creation (volume 1: Projection of scientific systems). Educational Publisher Didaktis Ltd., Bratislava, Frankfurt a.M. 2005, 107 s.
- [18] *Tarabek, P., Zaskodny, P.*: Modern Science and Textbook Creation (volume 2: Modern tendencies in textbook creation). Educational Publisher Didaktis Ltd., Bratislava, Frankfurt a. M. 2006, 130 s.
- [19] *Tarábek, P. et al.*: Odmaturuj z fyziky. Průvodce středoškolským učivem fyziky. Didaktis, Brno, Czech Republic 2004, 224 s. Zmaturuj z fyziky. Didaktis, Bratislava, Slovak Republic 2006, 224 s.
- [20] *Záškodný, P.*: Přehled základů teoretické fyziky (s aplikací na radiologii). Didaktis, Bratislava, Slovak Republic 2005, 264 s.
- [21] *Záškodný, P.*: Survey of Principles of Theoretical Physics (with application to radiology). Avenir Foundation, Switzerland, Book in print, 317 s.
- [22] *Záškodný, P.*: Teoretická mechanika v příkladech I. PF, Ostrava 1984, 112 s.
- [23] *Záškodný, P., Sklenák, L.*: Teoretická mechanika v příkladech II. PF, Ostrava 1986, 239 s.
- [24] *Sternberg, J. R.*: Kognitivní psychologie, Portál, Praha 2002.
- [25] *Tarábek, P.*: Modelovanie poznávacieho procesu fyziky. Sborník Analýza poznávacieho procesu v odborových didaktikách prírodných vied a matematiky. ÚUVU, Bratislava 1988.
- [26] *Půlpán, Z.*: Vytváření struktur ve středoškolské fyzice. PF, Hradec Králové 1981.

- [27] *Tarábek, P.*: Štrukturované spracovaná učebnica fyziky pre strednú školu. Workshop na konferencii Fórum pedagogiky, Bratislava 2006, www.didaktis.sk.
- [28] *Tarábek, P.*: Developmental levels of the Natural Science Knowledge. Miscellanies of the European Regional Workshop. UNESCO, Prague 1989.
- [29] *Quintero, E.*: Diploma Supplement (Preceeding, Technical Features, Conclusions). SIGNE, S.A. (Sistemas de Legitimación). DS5284/2003, Madrid 2003, 14 s.
- [30] *Tarábek, P.*: Štruktúry pojmov a poznatkov-aplikácie vo vyučovaní. In: Zborník medzinárodnej konferencie Inovácie v škole. Podbanské, Slovak Republic 2004.

Kosmická akademie společnosti Honeywell v roce 2006

FRANTIŠEK JÁCHIM

Základní škola, Volyně

V červnu 2006 jsem se zúčastnil týdenního studijního pobytu v americkém městě Huntsville ve státě Alabama. Společnost Honeywell*) zabývající se především leteckou technikou umožnila již poněkolkáté téměř stovce učitelů matematiky a fyziky z celého světa nevídané setkání s americkou kosmonautikou. Studijní pobyt (plně hrazen včetně cesty společností Honeywell) doslova nabitý aktivitami nejružnějšího druhu jsme absolvovali v rozsáhlém areálu *U.S. Space & Rocket Centrum* úzce spojeném s University of Alabama Huntsville.

Město Huntsville na severovýchodě Alabamy má dnes asi 170 000 obyvatel. První dům budoucího města – jakousi chatrč – zde roku 1805 postavil anglický přistěhovalec *John Hunt*, když se toulal údolím Tennessee. Osada se původně jmenovala Twickenham, to až po válce roku 1812 dostala nynější jméno.

Ještě v roce 1950 zde žilo pouhých 16 000 obyvatel, město však již mělo svoji univerzitu. Tento rok byl z hlediska dalšího rozvoje města ve vztahu ke kosmonautice velmi významný. Tehdy do města přivedl senátor *John*

*) O společnosti Honeywell Česká republika blíže na www.honeywell.com/sites/cz.

Sparkman skupinu německých raketových specialistů v čele s *Wernherem von Braunem* (1912 – 1977).

Před tím, než spojenci obsadili vědeckovýzkumný raketový komplex v Peenemünde u Baltského moře, Braun jim navrhl, že se vzdá i s celou pětistovkou vědců a techniků a odevzdá i dokumentaci o současném stavu výzkumu. Rozhodl se jít do zajetí k Američanům, k nimž přejel přes velkou část Německa i se svým týmem v ukradeném vlaku. V červnu 1945 Američané zahájili přesun Braunova týmu do USA na základnu Fort Bliss v Texasu, kde celý tým dále rakety V-2 zdokonaloval. V roce 1950 se středisko přesunulo do Redstone Arsenal u Huntsvillu. Postupně zde vznikl rozsáhlý komplex vědy, výzkumu a inženýrských realizací – *The Marshall Space Flight Center*. Později se hlavním cílem stalo uskutečnění projektu vyhlášeného v roce 1961 prezidentem J. F. Kennedym – přistání Američana na Měsíci. Američané v Huntsvillu budovali jakési muzeum kosmonautiky a výcvikové středisko současně – U.S. Space Camp & Rocket Center, jež je přístupné veřejnosti i nám, zahraničním stipendistům.

Mezi 93 účastníky (71 ze států USA, ostatní ze 14 zemí Ameriky, Evropy, Austrálie) jsme z ČR v našem turnusu byli 4 – *Šárka Richterová* z Olomouce, *Rostislav Halaš* z Prostějova, *Jaroslav Čížek* z Rožnova pod Radhoštěm a autor článku. V bezprostředně navazujícím běhu byla ČR zastoupena *Ivanou Procházkovou* z Poličky, *Ivou Pazourkovou* z Brna, *Vladimírou Zakrevskou* ze Zlína a *Martinem Komínkem* z Hořovic.

Simulace výcviku kosmonautů

Mezi nejatraktivnější činnosti, které pro nás pořadatelé připravili, patřily některé prvky z výcviku kosmonautů. Jako učitelé fyziky bychom první skupinu činností zařadili do kinematiky a dynamiky pohybů.

Na centrifuze jsme si vyzkoušeli přetížení asi 3,5 g, ale krátkodobě mnohem větší přetížení jsme pociťovali při simulaci katapultáže na speciální asi 50 metrů vysoké věži. Po prudkém „výstřelu“ sedadel následoval jejich volný pád a krátkodobý stav beztlíže, načež se celý děj v rychlém sledu několikrát opakoval.

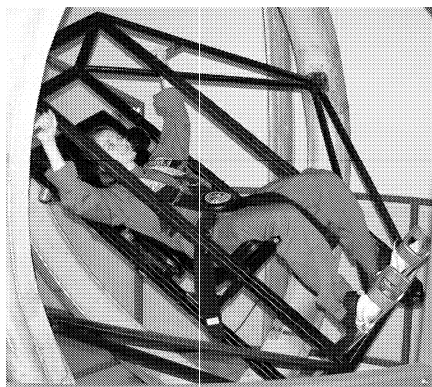
Na pohled zcela jednoduše a zábavně vypadal nácvik chůze ve slabším gravitačním poli, takovém, do jakého se dostali měsíční posádky letů Apollo. Upevnění v sedadle zavěšeném na pružině simulující 6krát menší přitažlivost jsme měli přejít asi 10 metrový úsek nerovného povrchu. Ukázalo se, že činnost je to poměrně obtížná – při každém rychlejším po-

hybu nohou jsme s povrchem ztráceli kontakt, takže pohyb vpřed byl více legrační než účinný.

Naši schopnost zachovat si smysl pro orientaci v prostoru vyzkoušela dvě zařízení: Upoutání do křesla otáčivého kolem tří os a vodorovně pohyblivého ve všech směrech jsme si nejprve mohli náklony sami řídit a poznat, co za pocity vyvolá skládání několika pohybů (obr. 1). Absolutní chvilkovou dezorientaci v prostoru ale poskytlo křeslo rychle se otáčející kolem tří os řízené technikem (obr. 2). Na místě zůstávalo jen těžiště osoby, přibližně umístěné v průsečíku tří os otáčení. Pokus nebyl tak nepříjemný, jak se na první pohled zdálo. Přesto jsme během otáčení neustále museli dávat zvukový signál, že se nám rotace ještě líbí. V případě naší nemoty by personál zařízení okamžitě zastavil.

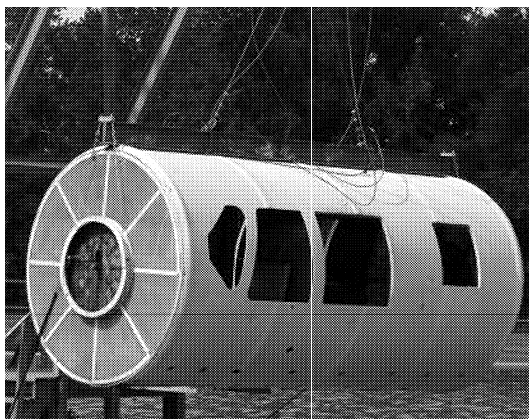


Obr. 1



Obr. 2

Došlo také na mechaniku kapalin. Američtí kosmonauti totiž přicházejí s vodní hladinou do styku při každém přistání. V kabině na obr. 3 byla naše šestičlenná skupina zcela ponořena pod vodní hladinu a naším úkolem bylo opustit potom kabinu v určeném pořadí a doplatvat ke sběrnému koši, jímž jsme byli vyloveni. Tato činnost vyžadovala velkou kázeň od všech, neboť porušením domluveného pořadí by vznikl zmatek a zvýšilo by se riziko, že ven se nedostane nikdo. Po tomto cvičném namočení si každý také mohl v sousedství vychutnat dopad na vodní hladinu po sjetí šikmého, asi 100 metrů dlouhého lana.



Obr. 3

Život v raketoplánu

Současná americká kosmonautika se opírá o lety raketoplánů. Ve středu byly trenažery všech sekcí tohoto dopravního prostředku a postupně jsme se seznámili s jejich konstrukcí, vybavením i činnostmi, které se v nich provádějí. Podle našeho zájmu jsme si zvolili pozici v posádce a potom se zabývali specializovanými činnostmi. Osobně jsem si zvolil pozici pilota a vědeckého pracovníka. První moje role obnášela seznámit se se zařízením pilotní kabiny a podle písemného scénáře a zvukových instrukcí navést na trenažer raketoplán na přistávací plochu, přičemž v zorném poli se mi nejprve zobrazovaly hvězdy a nakonec runway. Vzhledem k mé nedostatečné znalosti angličtiny šlo o činnost dost náročnou a nepříliš úspěšnou.

To druhá role mi sedla lépe. V jednom z modulů raketoplánu – jakési kosmické laboratoři – jsem měl podle návodu provést jednoduchý chemický pokus, jehož výsledkem byla výroba velmi pružné průhledné hmoty (tzv. hopík). Když můj míček začal skákat, měl jsem radost. Ovšem pozor, takovéto pokusy se v raketoplánu dělají za beztížného stavu.

Někteří kolegové prováděli nácvik výstupu do volného kosmického prostoru a práce v něm. Ve skafandru byli zavěšeni na pružná lana podle svislé stěny a měli za úkol společně smontovat jednoduchou konstrukci – jakési lešení. Jak říkali, vzhledem k neustálému kývání, masivnímu skafandru a nemožnosti se domlouvat, byla jejich práce dost náročná.

Besedy, přednášky, videa

Během pobytu jsme absolvovali několik zajímavých setkání. Historicky zaměřená byla přednáška jednoho z posledních žijících účastníků Braunova raketového výzkumu v Peenemünde *K. Dannenburga*. Zatímco zde šlo především o dobu druhé světové války, další částí historie amerického kosmického programu až po současnost nás provedl první ředitel U.S. Space & Rocket Center a propagátor americké kosmonautiky *Ed Buckbee*. S konkrétními osobními prožitky vystoupil poslední den našeho pobytu jeden z amerických kosmonautů *Story Musgrave*.

Některé poznatky nám byly zprostředkovány obrazem a na CD darovány. Z nich mne nejvíce zaujaly kosmické hračky. I kosmonauté se potřebují rozptýlit, zasmát se a pohrát si. Na videozáznamu jsem viděl činnost řady hraček v nezvyklém prostředí – stavu beztíže. Dovedli byste odhadnout, copak asi udělá takové jo-jo, bumerang, skákající pružina? A jak se asi skáče přes švihadlo?

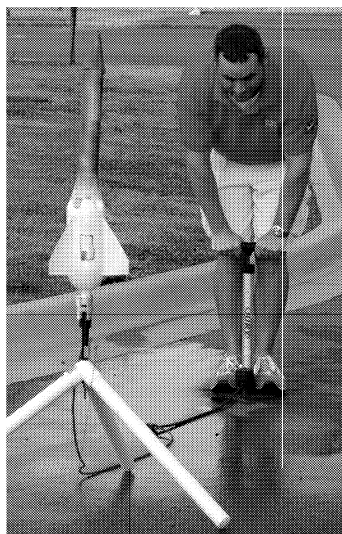
Rukodělná práce

Také my jsme si vyhráli – sice jen za účinků gravitačního pole Země, ale náměty, které můžeme přenést do školy, stály zato. Naše práce byla vždy testována v praxi. Když jsme např. z hedvábného papíru zhotovovali balón o průměru asi 1 metr (obr. 4), netušili jsme, že budeme muset předvést po naplnění horkým vzduchem jeho let. Jak se ukázalo (a nejen v tomto případě), s rukodělnými činnostmi jsme se dokázali vždy velmi dobře vypořádat. Jiným produktem jednoho našeho odpoledního zaměstnání byla výroba rakety z PET lahve. Po základním vytvarování dle naší fantazie se raketa do poloviny naplněná vodou přes ventil umístila na stojan a místní instruktor do ní nahustil vzduch (v lahvi byl velmi velký tlak, neboť se pumpovalo do stavu „už tu hustilku neutlačím“ – obr. 5). Po odjištění pojistky rakety létaly do výše větší než 100 m s takovým doletem, že některé jsme po dopadu již nenašli.

Stavba dalšího modelu pro nás byla zajímavá z jiného důvodu. Měli jsme v podstatě složit raketu (poháněnou výbušnou kapslí) ze stavebnice, a to podle instruktáže a písemného návodu. Tady se ukázalo, že obojí nám v činnosti brání, neboť jsme ihned pochopili oč běží a pracovali samostatně, přičemž instruktor toto nesl nepříliš libě. Zdálo se mi, že naše manuální dovednosti značně podceňoval. Pracovat přesně podle návodu je zřejmě

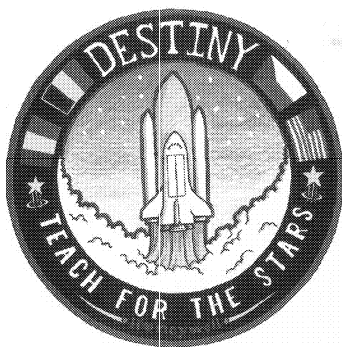


Obr. 4



Obr. 5

v americké škole dost zažité, detailní algoritmizace činnosti však tvořivost a zájem rozhodně nepodporuje. Myslím si, že jsme zkrátka vynalézavější. I tato raketa nám úspěšně vzlétla.



Američané věnují velkou pozornost propagaci a symbolice, která každý jejich kosmický projekt provází. V jednom dvouhodinovém bloku nám představili celý vývoj jejich kosmické symboliky (jakési *patches* – ochranné známky jednotlivých projektů) a dostali jsme příležitost i my vytvořit svoje logo ze setkání (obr. 6). Všichni účastníci byli rozděleni do šesti mezinárodních skupin, naše nesla označení *Destiny – Osud*.

Závěr

Pořadatelé pro nás připravili opravdu nevšední týden. Cenný byl především celkový náhled na americký kosmický výzkum a poznání jeho vysoké

prestiže v myšlení Američanů. Pobyt v raketovém centru také ukázal, jak se takové technické úspěchy propagují, v čemž jsme my obvykle velmi skromní. Po stránce uplatnění vzdělání v naší aprobaci jsme se cítili celkem nevyužití. V některých zaměstnáních (např. matematických hrách nebo popisu kosmických letů) jsme přece jen očekávali náročnější seznámení s teoretickým zázemím. Přesto jsme získali řadu podnětů pro zlepšení naší výuky a zvýšení i její zábavnosti. Pokud čtenáři našeho časopisu mají jistou dávku odvahy, nechtě se do případného dalšího ročníku Kosmické akademie přihlásí. Obdobného pobytu se mohou účastnit také studenti středních škol (1 hoch a 1 dívka s pedagogickým doprovodem), jejichž výběrem je pověřena Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy. Jim společnost Honeywell hradí pobyt, nikoli cestu. Letos se zájemci z řad učitelů dokonce mohli přihlásit přímo on-line prostřednictvím internetu na adrese <http://www.honeywell.com/sites/hhs/>, informace o Space Campu v Huntsvillu lze nalézt na <http://www.spacecamp.com>.

Skupiny českých učitelů se sešly při střídání turnusů – obr. 7 (dole zleva *I. Pazourková* (Brno), *Š. Richterková* (Olomouc), *I. Procházková* (Polička), nahoře zleva *V. Zakrevská* (Zlín), *M. Komínek* (Hořovice), *J. Čížek* (Rožnov p. Radhoštěm), *R. Halaš* (Prostějov) a autor článku).



Bohatá fotodokumentace studijního pobytu českých učitelů je na adrese: <http://aix.upol.cz/~richter/huntsville/thumb.html>