

Uživatelský přístup při řešení slovních úloh na ZŠ

Hanák Josef

Abstrakt: Příspěvek představuje výsledky a zkušenosti s realizací akčního výzkumu, týkajícího se možnosti využití tzv. uživatelského přístupu při řešení slovních úloh ve fyzice na 2. stupni základní školy, který lze využít v rámci aktivizujících metod ve vyučování. Metoda vychází z nutnosti zvyšování zájmu o studium přírodovědných a technických oborů, hledání postupů transformace vědeckých poznatků na učivo a je analogií učení se novým technickým poznatkům a dovednostem uplatňovaných při provozu domácích spotřebičů (elektroniky), kdy se v roli spotřebitele pomocí příručky učíme spotřebič používat – přístroj nás zajímá pouze zevně aniž bychom poznali či pochopili princip jeho činnosti. Žákům byly předloženy zajímavé (problémové) slovní úlohy z oblasti mikrosvěta i makrosvěta, obsahující fyzikální vzorce bez jakéhokoliv odvození, a s pomocí kalkulačků se je učili používat. Žáci 9. ročníku byli schopni pochopit a naučit se používat kalkulačků při řešení složitějších úloh, aby tak nahlédli do tajů světa kolem nás, který není přímo pozorovatelný našimi smysly, přestože jsou „oba světy“ nejdůležitějšími oblastmi zkoumání současné moderní vědy (nanotechnologie, molekulární biologie, astronomie, kosmologie atd.).

Klíčová slova: didaktická transformace, uživatelský přístup jako vyučovací metoda, slovní úloha, kalkulačků, akční výzkum.

Abstract: The contribution presents results and experiences of the implementation in action research, concerning the possibility of using the user's approach in solving word problems in physics at the upper primary school that can be also used in activating methods in the lessons. The method is based on the need to increase interest in science and technical fields, searching for ways of transforming scientific understanding on the subject matter and is analogous to the learning new technical knowledge and skills used in operation of household appliances (electronics), when the role of consumers is to learn to use the appliance with the handbook. Moreover, attention that is paid to the appliance is only external without prior knowledge of principle of its working. Interesting word problems engaging in the microcosm and macrocosm, containing a physical formula without derivation, were presented to pupils, who were able to solve them with their calculators. Pupils in the ninth year at primary school have learnt to use calculators in order to solve complex problems so that they can explore the mysteries of the world around us, which is not directly observable by our senses, even though the “both worlds” are the most important areas of the research of the modern science (nanotechnology, molecular biology, astronomy, cosmology etc.)

Key words: didactic transformation, user-oriented approach like teaching method, word exercise, calculator, action research.

1 Teoretická východiska

1.1 Problematika transferu vědeckých poznatků na učivo ve fyzice

„Připravit žáka pro jeho uplatnění v postmoderní společnosti a globální ekonomice vyžaduje změny v jejich přírodovědném vzdělávání.“ (Nezvalová, 2006, str. 93)

Jedním z nejobtížnějších úkolů oborových didaktik je problematika *transferu vědeckých poznatků na učivo*, a to zejména v přírodovědných předmětech; zvláště fyzikální poznatek prodělává během své didaktické komunikace několik výrazných transformací. Každé zjištění o objektivní realitě, učiněné většinou měřením, experimentem nebo matematickou dedukcí musí být formulováno slovně, matematicky, graficky, aby bylo publikaceschopné, následně sdělitelné nejbližšímu okruhu fyziků a současně zařazeno do vědeckého systému fyziky. Poté je takový fyzikální poznatek transformován do didaktického systému fyziky vzhledem k adresátům a cílům, kterým má systém sloužit, k další transformaci dojde při didaktickém vyjádření fyzikálního poznatku (většinou zjednodušením) v reálném projektu – například v učebnici, videopořadu, prezentaci apod. Další transformace nastává v procesu vyučování a učení, kde výsledkem je poznatek ve tvaru vědomosti a jeho začlenění do vzdělání jako trvalé hodnoty člověka (jinou transformací je aplikace fyzikální vědomosti nebo dovednosti v reálné či výrobní situaci). Klíčovým problémem didaktiky fyziky je dodnes volba takového modelu didaktického systému, který určuje charakter celého přenosu fyzikálního poznání (Fenclová, 1984).

Fyzika od počátku 20. století studuje převážně problémy mikrosvěta, zkoumá nejjednodušší, a tím i nejobecnější formy pohybu látek a polí. Obrovský okruh dějů probíhajících v hmotných objektech s nejrůznějšími strukturními a organizačními úrovněmi se řídí velkým počtem zákonitostí, existuje však relativně malý počet zákonů základních. Položení důrazu na základní částice hmotných objektů a jejich pohyby a na základní fyzikální zákony je jednou z možností, jak se didakticky vyrovnat se současnou explozí fyzikálního poznání. Dnešní fyzika dosáhla mimořádného stupně organizace vědění a používá vysoce rozvinutých matematických a experimentálních prostředků. Její metody, výsledky i způsoby myšlení výrazně ovlivňují rozvoj dalších přírodních a technických věd (Fenclová, 1982).

Při zkoumání jevů mikrosvěta se stále více objevovala obtížnost modelovat tyto jevy názornými modely a často nemožnost vytvořit si vůbec jakoukoli představu o zkoumaných dějích. To vedlo ke zkoumání mikrosvěta především pomocí matematického aparátu, kdy základní matematické rovnice (vzorce) hrály úlohu matematického modelu (např. Schrödingerova rovnice), který není výsledkem poznávacího procesu, ale výchozím bodem poznání – byl sestaven matematický model jevu, jehož fyzikální podstata ještě nebyla objevena. Toto je však opačná cesta vědeckého poznání – od matematického modelu k fyzikálnímu modelu a od něho k fyzikální realitě, někdy pak od matematického modelu bezprostředně k realitě (Lepil, 1980, str. 79).

Otázka metod fyzikálního poznávání v didaktickém systému fyziky, jež lze rozdělit na metody empirické a teoretické, je stále aktuální otázkou a nutnost jejího řešení je evidentní. Do skupiny empirických metod patří metody, které zprostředkovávají odraz předmětů a jevů smyslovými počítky a vjemy, často za přispění různých technických prostředků. Naproti tomu teoretické metody fyzikálního poznání jsou založeny na rozumovém, tj. zprostředkovaném odrazu skutečnosti, umožňují vymezovat nejobecnější vlastnosti objektu a na základě logických operací a teoretických konstrukcí odhalovat zákonitosti jeho změn a vývoje. Do skupiny teoretických metod patří metody matematické, neboť **matematika je pracovním jazykem fyziky**.¹ Numerické metody tak nacházejí tradiční uplatnění, umožňující

¹ Obtížnost moderní fyziky lze stále více spatřovat v tom, že fyzika používá stále náročnější matematický aparát, extrémně vysokou abstrakci a obsah poznání je stále více vzdálen bezprostřední lidské zkušenosti.

kvantitativní zpracování výsledků nejrůznějších fyzikálních měření, zvláště při využití stále modernější a technicky vyspělejší výpočetní techniky.

Ve školské praxi má značný význam vymezení cílů výuky. To vyplývá ze skutečnosti, že každá lidská činnost, a tedy i činnost vzdělávací, má určité cílové zaměření, které je určováno jednak požadavky kladenými na jednotlivce, jednak jeho individuálními potřebami a zájmy. Čím přesněji je možné cíle vymežit, tím lépe lze celou činnost motivovat, organizovat, plánovat, kontrolovat i hodnotit, a tím racionálněji může být cíle dosaženo.² Snaha opustit encyklopedičnost fyzikálního vzdělání, založená na předdimenzovaném informačním obsahu učiva fyziky, vedla k vytvoření subsystému operačních cílů, zaměřených na vytváření intelektuálních dovedností a schopností, které mají široké a obecné uplatnění v praktickém životě, kam náleží (Fenclová, 1984).³

- dovednost zpracovat výsledky analýzy fyzikálního děje matematickým popisem děje
- dovednost plánovat experiment a předvídat jeho průběh
- dovednost ovládat výpočetní techniku
- **dovednost řešit fyzikální úlohy.**

Výchozím tématem všech moderních přírodních věd je stavba atomu, s její výukou, odpovídající současným představám vzdělávání a s budováním kvantových představ, je možno u žáků s ohledem na jejich psychický vývoj začít asi v 15 letech (Fenclová, 1984, str. 115). Obtížnost zavedení poznatků stavby atomu souvisí mj. s prezentací složení látek z elementárních částic, jež je zcela v rozporu s bezprostřední smyslovou zkušeností. Možná i proto člověk vynalezl důmyslné přístroje, na něž nejsou citlivé žádné smyslové orgány člověka ani známé smyslové orgány živočichů, kterými lze jevy registrovat a později i kvantitativně vyhodnocovat. Podle Fenclové (1984, str. 137) právě získávání číselných hodnot fyzikálních veličin umožňuje budování teorií a jejich ověřování.

1.2 Matematika ve fyzice

Kvantitativní vlastnosti fyzikálních objektů a dějů vyjadřujeme prostřednictvím *fyzikálních veličin*, jejichž charakteristickým rysem je možnost stanovení jejich velikosti měřením nebo výpočtem. Mezi skupinami fyzikálních veličin existuje určitý vztah, který lze z hlediska matematiky popsat matematickými funkcemi, jež většinou přímo vyplývají ze studia reality a popisují nejčastěji:

a) časoprostorový průběh fyzikálních dějů: $s = v \cdot t$, $s = \frac{1}{2}gt^2$, $y = A \cdot \sin \omega t$

S tím souvisí tzv. nenázornost moderní fyziky i fakt, že většinu fyzikálních experimentů nelze provádět ve školních podmínkách (Fenclová, 1982, str. 41).

² Problematice cílů fyzikálního vzdělávání byla až do konce 80. let 20. století věnována malá pozornost. Ucelené soustavy cílů fyzikálního vzdělávání byly popsány v odborné literatuře ojedinele a neměly ráz taxonomie (Fenclová, 1984, str. 60).

³ Tyto dovednosti jsou i obsahem klíčových kompetencí, které má žák získat absolutoriem základní školy (viz. *Klíčové kompetence v základním vzdělávání*, 2007).

b) příčinné souvislosti mezi fyzikálními veličinami: $a = \frac{F}{m}$, $I = \frac{U}{R}$, $p \cdot V = R \cdot T$

Matematický zápis fyzikálních zákonů (vztahů) splňuje požadavek jednoduchosti, názornosti a možnosti aplikací (řešení praktických úloh a problémů), a proto k němu školská fyzika přechází tak brzy, jak je to jen únosné a možné. Má-li však být užití tohoto postupu oprávněné, je nutné, aby matematický zápis v žádném směru neohrozil pochopení fyzikální povahy problému (zákona), který je zápisem vyjádřen (Kašpar, 1978, str. 148). Matematické prostředky totiž dovolují přesné kvantitativní popsání určitého stavu, prostorového i časového uspořádání fyzikálních vlastností a jevů, dále též exaktně formulují vztahy mezi fyzikálními veličinami, vyjadřují obsah fyzikálních zákonů a umožňují co největší zobecnění poznatků. Podle Lepila (1980, str. 80) právě matematický model fyzikální reality („fyzikální vzoreček“) představuje nejekonomičtější zápis maxima informací, z hlediska vyučování fyzice na základní a střední škole se volí při zavádění nové fyzikální veličiny zpravidla *induktivně empirický postup*.

1.3 Řešení slovních úloh ve fyzice

Řešení fyzikálních úloh patří dnes k hlavním úkolům vyučování fyzice na školách všech typů a stupňů. Práce učitele se žáky při řešení fyzikálních úloh je velmi náročná zejména po stránce metodické a psychické, je dokonce mnohem náročnější než výklad či vysvětlování nového učiva (Fuka, Lepil, Bednařík, 1981, str. 218). Fyzikální úlohy plní ve vyučování různé funkce dané typem úlohy, didaktickými cíli, metodami a formami řešení.

Fyzikální úlohy třídíme podle rozmanitých hledisek, podle formální povahy rozlišujeme úlohy kvantitativní a kvalitativní. U kvantitativních úloh je třeba zdůraznit, že fyzikální úlohy mají sloužit fyzice a ne matematice, proto mají být numericky jednoduché, aby podstatou fyzikální úlohy byla fyzikální úvaha (Fuka, Lepil, Bednařík, 1981, str. 223). Metodika řešení slovních úloh ve školské fyzice je velmi dobře popsána v odborné časopisecké literatuře.⁴

1.4 Uživatelský přístup k řešení slovních úloh ve fyzice

Didaktika fyziky v rámci strategie řešení slovních úloh požaduje, aby žák neviděl pod značkami, s nimiž operuje, pouze matematické symboly, nýbrž fyzikální realitu. Například při odvozování zákonů je metodicky nevhodné, jestliže učitel zákon napřed vysloví, napíše matematické vyjádření, a pak jej ověřuje dosazováním naměřených hodnot, a to zásadně proto, že zákon má být vyvozován pokud možno rozbořením problému, který lze experimentálně (heuristickou cestou) rozřešit (Kašpar, 1978, str. 166). Pokud však má žák za sebou již propedeutiku používání fyzikálních vzorců,⁵ osvojené na základě výše uvedených didaktických principů a metod, nabízí se možnost ukázat způsob, význam a využití složitějších fyzikálních vzorců.

⁴ např. Matematika a fyzika ve škole, Matematika – fyzika – Informatika, Školská fyzika, Fyzika ve škole.

⁵ Jedná se o fyzikální vzorce ve tvaru zlomku obsahující většinou tři fyzikální veličiny, např.

$$v = \frac{s}{t}, \rho = \frac{m}{V}, p = \frac{F}{S}, R = \frac{U}{I}.$$

Jednou z možností rozvoje matematických dovedností ve fyzice je tzv. „**uživatelský přístup**“ (angl. „*User-oriented approach to education*“), kdy uživateli, v tomto případě žákovi, je předložena **uživatelská příručka** (návod, manuál, soubor instrukcí) či průvodce, v níž jsou základní poznatky prezentovány a objasňovány matematicky, tj. řešením specifických konkrétních situací s pragmatickým zaměřením. Žák je tak postaven do role „*spotřebitele výsledků vědeckého bádání*“ (fyziky, matematiky a chemie), učí se nové poznatky používat ihned z praktického (uživatelského) hlediska a podle míry zájmu se snaží vcházet do stále složitějších aplikací bez zbytečného odvozování. Žák tedy užívá poznatků, které za něho již objevili významní fyzikové, matematikové a chemikové.

Uživatelský přístup je pojem známý zejména z oblasti informatiky. Výrobci počítačů se od prvopočátku snažily vhodným technickým a zejména programovým vybavením zjednodušovat obsluhu počítače, jak při práci s operačním systémem, tak s uživatelskými programy, které slouží uživateli počítače k vlastnímu zpracování dat podle jeho potřeb a požadavků. Dříve si každý uživatel vypracovával pro řešení svých úloh vlastní programy, i když uživatelé jsou obvykle líčeni jako typ lidí, kteří používají počítačový systém bez kompletní technické znalosti potřebné pro úplné pochopení.⁶ Dodnes jsou všechny programy, zejména pro práci s kvantitativními daty, postaveny na přesné algoritmicizaci matematických vzorců, což si mnozí uživatelé vůbec neuvědomují. Běžný uživatel počítače se nejčastěji setká s pojmem **uživatelské rozhraní** (*user interface*), který zahrnuje mimo jiné vnější vzhled (design) programu, způsob jeho ovládání, logiku jeho reakcí na nejrůznější situace, styl komunikace s uživatelem a mnoho dalších parametrů.

Právě mikrosvět a makrosvět je specifická oblast lidského poznání a vyžaduje jedinečné, někdy unikátní metody přístupu, a jedním z nich je právě **přístup uživatelský**. O nutnosti učit se novým poznatkům uživatelskou metodou hovoří informační exploze. Není možné ve výuce na základní a dokonce i střední škole jít co nejhluběji k podstatě vědeckých problémů, učit se z paměti mnoha odborným výrazům, definicím, poučkám. Žák se musí snažit pochopit a porozumět tomu, o co v dané situaci jde, **jak se to používá**, jaký to má význam společenský a pro něho samého. Pokud předkládané problematice porozumí, může se k danému problému kdykoliv vrátit.

Analogií k uživatelskému přístupu učení se novým poznatkům a dovednostem je provoz různých domácích spotřebičů (počítač, mikrovlnná trouba, mobilní telefon, DVD přehrávač, MP3 přehrávač, chladnička, ...), kdy se pomocí návodu (příručky pro uživatele, manuálu) učíme, jak přístroj používat – přístroj nás zajímá „pouze zevně“. Přitom lze jednoduchým průzkumem ve svém okolí zjistit, že jen nepatrné procento uživatelů zná princip činnosti mikrovlnné trouby, podstatu záznamu na CD nebo DVD disk, způsob, jak chladnička odebírá potravinám vnitřní energii apod. Jsme-li hloubaví, později nás začne zajímat i podstata činnosti daného přístroje, zajímáme se i o to, jak přístroj pracuje - „jdeme dovnitř“. Poznáme-li blíže princip činnosti (nitro) přístroje, snažíme se přístroj lépe využívat a chránit například před přetížením, opotřebením, aby nám přístroj co nejlépe a nejdéle sloužil. Jde v podstatě o metodu poznávání „od obecného ke konkrétnímu“.

Jedním z důležitých nástrojů uživatelského přístupu je **kalkulátor**. Pomocí tohoto, dnes již běžně používaného „jednoduchého“ elektronického přístroje jsme schopni nahlédnout do tajů mikrosvěta i makrosvěta, neboť oba „světy“ jsou v současnosti nejdůležitějšími oblastmi

⁶ http://cs.wikipedia.org/wiki/U%C5%BEivatel_%28informatika%29 [cit. 20.08.2013]

zkoumání moderní vědy (nanotechnologie, molekulární biologie, astronomie, kosmologie atd.).

Vzhledem k tomu, že porozumění matematicko-fyzikálním oborům předpokládá intenzivní a integrující rozvoj vzájemných vztahů mezi přírodovědnými předměty, lze uživatelský přístup řešení slovních úloh použít na základní škole zejména v předmětech matematika, fyzika, chemie, pracovní vyučování, volitelné předměty (praktika fyzikální, chemická, technická), popřípadě v (přírodovědném, technickém) zájmovém kroužku jako jakousi nadstavbu. Integrací poznatků z uvedených předmětů dochází následně (byť zcela jistě pomalu) k pochopení současného obrazu světa, neboť většina žáků základní školy není sama schopna syntetizovat v celek vědomosti a dovednosti, dodnes povětšinou získávané „izolovaně“ v jednotlivých předmětech.

2 Postup řešení a použité metody výzkumu

2.1 Cíle a cílová skupina výzkumu

Cílem akčního výzkumu bylo zjištění, zda jsou žáci schopni používat matematický zápis v podobě fyzikálního vzorce bez hlubšího pochopení fyzikální podstaty problému, kterou vzorec popisuje, neboť pochopení obsahu fyzikální zákonitosti či závislosti je výhradním a důležitým předstupněm matematického vyjádření fyzikální reality, vycházející z experimentu, jako (ideálního) prostředku k objevení hledaného zákona (zákonitosti). Předpokládaným přínosem slovních úloh řešených uživatelským přístupem bylo mimo jiné:

- nabídka kvantitativních představ o jevech v přírodě
- užití metody kritického myšlení a diskuze v reálné situaci
- korekce odhadu velkých a malých čísel (hodnot)
- zpřístupnění poznání světa kolem nás, který není přímo pozorovatelný našimi smysly
 - mikrosvět – svět atomů a elementárních částic
 - makrosvět – vesmír
- akvizice nových a rozvoj již osvojených dovedností v rámci technické gramotnosti
- motivace pro další studium a volbu povolání se zaměřením na technické obory.

Cílovou skupinou výzkumu se stali žáci dvou tříd 9. ročníku ZŠ, kteří na 1. pololetí školního roku 2011/12 získali z matematiky a fyziky známku *výborný* nebo *chvalitebný*, a to 9 chlapců a 7 dívek. Ověřování úloh se uskutečnilo v březnu – červnu 2012.

2.2 Charakteristika slovních úloh

Průzkum užití uživatelského přístupu probíhal formou řešení 10 pracovních listů, jejichž koncepce byla následující:

- každý pracovní list obsahoval **řešený ilustrativní příklad** (slovní úlohu) s komentářem

- každý z uvedených příkladů bylo nutné řešit pomocí kalkulatoru s možností zápisu čísel v exponenciálním tvaru 10^n (v intervalu $-9,99 \times 10^{-99}$ až $+9,99 \times 10^{99}$) nebo v programu EXCEL⁷
- výpočty bylo doporučeno provádět na tři desetinná místa (čtyři platné číslice), např. 7,956 mg; $1,254 \cdot 10^8$ °C; 2,658 pm (jedině tak mohli žáci dospět ke stejnému výsledku a vzájemně se kontrolovat, popřípadě najít chybu)
- většinu číselných údajů uvedených ve slovních úlohách našli žáci v elektronické encyklopedii Wikipedia <http://cs.wikipedia.org>.

Pro zvládnutí slovních úloh bylo nezbytné ověřit, zda žáci:

- umí používat z matematiky „vyjadřování neznámé ze vzorce“
- rozumí významu (obsahu) pojmu „fyzikální konstanta“
- umí používat notaci racionálních čísel v exponenciálním tvaru 10^n , popř. s využitím předpon násobků a dílů jednotek SI, a jejich vzájemný převod, jak je uvedeno v tabulce č. 1.

Tabulka 1 : Přehled zápisu kvantitativních hodnot ve fyzice

Běžný tvar	Exponenciální tvar	Zápis pomocí předpony	Příklad z praxe
25 000 000 Pa	$2,5 \cdot 10^7$ Pa	25 MPa	Tlak v hloubce 250 metrů pod hladinou moře
1 200 W	$1,2 \cdot 10^3$ W	1,2 kW	Přikon mikrovlnné trouby
80 kg	$8 \cdot 10^1$ kg	80 kg	Průměrná hmotnost dospělého člověka
0,000 05 m	$5 \cdot 10^{-5}$ m	50 μ m	Průměr lidského vlasu
0,017 g	$1,7 \cdot 10^{-2}$ g	17 mg	Hmotnost léku obsaženého v tabletě
0,000 000 000 104 m	$1,04 \cdot 10^{-10}$ m	104 pm	Průměr atomu vodíku

2.3 Metodika výzkumu

V první fázi výzkumu žáci pracovali zpočátku ve dvojicích. Prvních pět slovních úloh různé obtížnosti řešili ve spolupráci s vyučujícím (autorem příspěvku) formou řízeného dialogu a měli za úkol najít pomocí kalkulatoru stejný výsledek uvedený v ilustrativním řešeném příkladě. Další pět řešených úloh řešili žáci samostatně stejným způsobem. Žáci se tak v deseti slovních úlohách seznámili s deseti různými fyzikálními vzorci, a to bez jakéhokoliv odvození.

Ve druhé fázi výzkumu měli žáci za úkol vyjádřit již samostatně ve stejných slovních úlohách z pravé strany vzorce jinou fyzikální veličinu a použít takto modifikovaný vzorec pro

⁷ Program EXCEL je součástí softwarového balíku Microsoft Office, firmy Microsoft Corporation©, jenž dokáže počítat matematické výpočty s přesností na 15 desetinných míst.

výpočet jiného problému. Například v úloze z oblasti makrosvěta (viz tabulka č. 2) se jednalo o následující alternace:

1. výpočet vzdálenosti geostacionární družice od zemského povrchu (základní vzorec)
2. výpočet vzdálenosti geostacionární družice kroužící okolo Měsíce (základní vzorec)
3. výpočet hmotnosti planety Mars na základě známé oběžné doby družice letící těsně nad planetou [h = 0 m]
4. výpočet doby oběhu družice nad planetou Venuše na základě známé hmotnosti planety a vzdálenosti družice nad planetou.
5. výpočet rovníkového průměru planety Merkur na základě známé oběžné doby a vzdálenosti družice nad povrchem planety.

Tabulka č. 2 : Ilustrativní příklad z oblasti **makrosvěta** (pracovní list)

Vypočítejte vzdálenost geostacionární družice od zemského povrchu nad rovníkem.		
$h = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M_P \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2}} - R_P$	$G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	Gravitační (univerzální) konstanta
	$M_P = 5,974 \cdot 10^{24} \text{ kg}$	Hmotnost Země (planety)
	$T = 86\,164 \text{ s}$	Doba oběhu geostacionární družice = doba rotace Země kolem své osy (o 360°)
	$R_P = 6,378 \cdot 10^6 \text{ m}$	Rovníkový průměr Země (planety)
	$\pi = 3,142$	Ludolfovo číslo
	h = ? [m]	Vzdálenost družice od zemského povrchu nad rovníkem
<p><u>Komentář:</u></p> <p>Geostacionární družice mají dobu oběhu totožnou s dobou rotace Země kolem své osy. Používají se na přenos televizního signálu – jsou „zavěšeny“ stále nad stejným místem nad zemským povrchem.</p>		
<p><u>Řešení:</u></p> <p>$h = 3,579 \cdot 10^7 \text{ m} = \underline{\underline{35\,790 \text{ km}}}$ (nad rovníkem)</p>		

Tabulka č. 3 : Ilustrativní příklad z oblasti **mikrosvěta** (pracovní list)

Jaký je poloměr jádra atomu uhlíku ${}^{12}_6\text{C}$?		
$R = R_0 \cdot \sqrt[3]{A}$	$R_0 = 1,3 \cdot 10^{-15} \text{ m}$	Experimentálně zjištěná konstanta.
	$A = 12$	Nukleonové číslo uhlíku.
	$R = ? \text{ [m]}$	Poloměr atomu jádra s nukleonovým číslem A .
<p><u>Řešení:</u></p> <p style="text-align: center;"><u>$R = 3,0 \cdot 10^{-15} \text{ m}$</u> , tj. 3,0 fm</p> <p style="text-align: center;">(Poloměr jádra atomu uhlíku jsou pouze 3 femtometry.)</p>		
<p><u>Komentář:</u></p> <p style="text-align: center;">Vzorec lze použít pro výpočet libovolného chemického prvku a jeho izotopu se známým nukleonovým číslem.</p>		

3 Analýza a prezentace výzkumu

Vzhledem k cíli výzkumu bylo hlavním předmětem zájmu autora uživatelského přístupu zjistit pozitiva a negativa řešení slovních úloh bez zbytečného odvozování fyzikálních vzorců, kdy si žák nejdříve propočítá ilustrativní úlohy pod vedením učitele a následně provedením modifikace zadání počítá pomocí téhož vzorce jinou fyzikální situaci. Shrnutím výsledků práce se žáky mezi zjištěná **pozitiva** ověřování uživatelského přístupu náleží:

- zvládnutí předpon jednotek násobných (piko → tera)
- získání dovednosti zápisu velkých čísel typu $a \cdot 10^n$ a jejich přepis pomocí předpon jednotek násobných (pokud to situace umožňovala)
- seznámení se s používáním vybraných fyzikálních konstant, které nejsou v obsahu učiva základní školy
- získání kvalifikovaného odhadu „velmi velkých a velmi malých“ hodnot a diskuze nad možnými výsledky
- získání povědomí o využití a významu matematiky v technice a přírodních vědách → výhody matematického popisu běžné reality kolem nás
- diskuze nad možnostmi využití a obměny fyzikálních vzorců
- diskuze nad méně známými a složitými tématy – kosmologie, teorie relativity, mikrosvět, ...

Na základě jednoduché popisné analýzy byla zjištěna následující **negativa** ověřování uživatelského přístupu:

- obtížnost chápání významu některých fyzikálních veličin
- problém s chápáním čísel s omezeným počtem cifer (čísla vyjadřující různou přesnost)
- problém s chápáním velkých a malých hodnot konstant, např. Avogadrova konstanta, hmotnost elementárních částic apod.
- problém s velkými a malými čísly i jejich názvy (např. kvadrilion, sextilion,...), se kterými se doposud neseťkaly
- zadávání číselných hodnot do složitějšího vzorce.

4 Závěry a doporučení

Matematicko-fyzikální úloha (slovní příklad) umožňuje operativní zařazení do vyučovacího procesu a zvyšuje tak aktivaci myšlení žáků v různých fázích vyučovacího procesu. Navržená metoda uživatelského přístupu řešení slovních úloh, byť bez důkladného odvození potřebných fyzikálních vzorců, přesto ukázala, že **vybraní žáci 9. ročníku**:

- **jsou schopni** v průběhu již 10 vyučovacích hodin pochopit a naučit se používat kalkulačtor při řešení složitějších úloh z oblasti fyziky a chemie
- **získali** základní kvantitativní představy o jevech v přírodě a možnosti popisu jevů pomocí matematiky fyzikálních vzorců, přestože jejich odvození jim bylo „utajeno“
- **si upevnili** spojitosti a možnosti integrovaného přístupu k řešení praktických úloh pomocí znalostí a dovedností získaných v předmětu fyzika + matematika + chemie.

Na základě závěrečné hodnotící diskuze se žáky bylo konstatováno, že slovní úlohy umožnily zejména:

- bohatou diskuzi nad jednotlivými částmi řešení příkladu i fyzikální realitou
- rozvoj kritického myšlení
- korekci odhadu kvantitativních představ o mikrosvětě i makrosvětě.

Literatura

- FENCLOVÁ, J. (1982) Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha : SPN
- FENCLOVÁ, J. a kol. (1984) K perspektivám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd. Praha : Academia
- FUKA, J, LEPIL, O. BENDAŘÍK, M. (1981) Didaktika fyziky. Olomouc : Univerzita Palackého (skripta) Klíčové kompetence v základním vzdělávání. (2007). Praha: VÚP Praha.
- KAŠPAR, E. a kol. (1978) Didaktika fyziky – obecné otázky. Praha : SPN
- LEPIL, O. (1980) Modelování a modely ve vyučování fyzice. Praha : SPN
- NEZVALOVÁ, D. (2006) Přehled učebních kompetencí žáka v konstruktivisticky pojatém přírodovědném vzdělávání. In: Nezvalová, D. (ed.) Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání – Úvodní studie. Olomouc: Univerzita Palackého
- VACHEK. J. LEPIL, O. (1980) Modelování a modely ve vyučování fyzice. Praha : SPN

Mgr. Bc. Josef Hanák
ZŠ a MŠ Ratíškovice
Vítězná 701
696 02 Ratíškovice
e-mail: Joe.Hanak@tiscali.cz

Příspěvek ani jeho souvisejší pasáže nebyly publikovány a nebyly odevzdány k publikování v jiném časopisu, sborníku nebo monografii.