školská fyzika

číslo 2 / ročník 2014 – XI.

www.sf.zcu.cz





praktický časopis pro výuku fyziky

vydává Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni

školská fyzika

číslo 2 / ročník 2014 – XI.

praktický časopis pro výuku fyziky a práci s talentovanými žáky na základních a středních školách

Vydává: Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni ve spolupráci s ústřední komisí FO, dalšími fakultami připravujícími učitele fyziky a Českou nukleární společností pod patronací Jednoty českých matematiků a fyziků

Šéfredaktor – Miroslav Randa (randam@kmt.zcu.cz)

Výkonný redaktor – Václav Kohout (kohout@fraus.cz)

Redakční rada – Irena Dvořáková, Josef Kepka, Václav Kohout, Ota Kéhar, Václav Piskač, Miroslav Randa, Karel Rauner, Milan Rojko, Ivo Volf

Adresa redakce – Školská fyzika, KMT FPE ZČU, Klatovská 51, 306 14 Plzeň,
Telefon – 377 636 303

Vychází – čtyřikrát ročně

Předplatné – zdarma

URL (Internet) – http://sf.zcu.cz/

Evidováno – u Ministerstva kultury ČR pod číslem MK ČR E 11868

ISSN 2336-2774 (elektronická verze)
ISSN 1211-1511 (tištěná verze)

Toto číslo vyšlo 7. listopadu 2014.

Obsah

Jiří Kohout

Princeznin dlouhý nos z pohledu fyziky 1

Tomáš Jerje

Metoda CLIL ve fyzice 7

Václav Kalaš

Před 55 lety dopadl nedaleko Příbrami první meteorit s rodokmenem 11

Gerhard Rath

Videa v mobilu ve výuce fyziky 17

Jiří Kohout

Kdy vládl Chammurapi aneb význam fyziky při datování starověkého Blízkého východu 23

Václav Kohout

Fyzikální vtípky 28

Marek Bombara

CERN oslavuje 60 rokov svojho založenia 31

Václav Meškan

Rozvoj tvořivosti ve výuce fyziky III. – Divergentní fyzikální úlohy 37

Princeznin dlouhý nos z pohledu fyziky

Jiří Kohout[1], Department of Engineering Physics, École Polytechnique de Montréal, Quebec, Canada

V tomto příspěvku jsou diskutovány z pohledu fyziky některé pasáže oblíbeného pohádkového filmu Tři veteráni. Pozornost je věnována fyzikálním parametrům princezniny dlouhého nosu, stejně jako proudění vody či přenosu nervových vzruchů v tomto nose. V závěru je krátce popsán rovněž přenos tepla u tohoto nosu a jsou diskutovány jeho důsledky. Hlavním cílem příspěvku je ukázat, že fyzika je všude kolem nás, dokonce i ve světě filmů.



Úvod

Před nějakou dobou jsem měl možnost navštívit výbornou přednášku doc. Karla Raunera Fyzika v pohádkách, kde je z pohledu fyziky rozebrána řada scén z pohádek, jako je Mrazík, Tři oříšky pro Popelku či Císařův pekař a Pekařův císař. Scény, u nichž si fyzik přijde na své, se však vyskytují i v dalších dílech. V tomto příspěvku se budu věnovat pohádce Tři veteráni (autor Jan Werich, zfilmováno 1983, režie Oldřich Lipský), konkrétně pak pasáži, kdy se princezně po požití kouzelných jablíček ze stromu frňákovník začne neúměrným způsobem zvětšovat nos, jenž následně překročí hranice příslušného království a způsobí značný rozruch v okolních zemích. Dá se zde najít hned několik zajímavostí, které je možné z pohledu fyziky rozebrat způsobem nepřekračujícím z hlediska náročnosti úroveň střední školy.

Fyzikální parametry princeznina nosu

Pro řadu následujících úvah bude velmi důležité zjistit, do jaké délky vlastně dokázal princeznin nos narůst. K tomu je třeba vědět, kde se nalézá království Monte Albo, v němž se většina filmu odehrává. Také musíme znát alespoň přibližně trasu, po které se nos vydal do světa. Přesné informace bohužel ve filmu chybí, musíme se tak spolehnout především na komentáře proradného ministra (hraje ho Zdeněk Svěrák), který pohyb nosu zaznamenává a řeší diplomatické potíže jím vyvolané. Hlavním záchytným bodem je tak scéna, kde Svěrák při návratu nosu zpět odstraňuje vlaječky z míst, které již opustil (78. minuta filmu). Z této scény je patrné, že poslední viditelné vlaječky jsou umístěny někde na Balkánském poloostrově v oblasti, kde se nachází Černá Hora. Ostatně i podle Wikipedie [1] citující knihu Františka Šístka *Junáci, horalé a lenoši: obraz Černé Hory a Černohorců v české společnosti* bylo pro



1 jiri.kohout@polymtl.ca

Jana Wericha inspirací právě knížectví Černá Hora v 19. století, konkrétně pak kníže Nicola I. působící v historickém městě Cetinje. Díky údajům na mapě a dalším komentářům pak můžeme odhadnout, že se nos pohyboval zhruba po trase Cetinje – Sarajevo – Bělehrad – Budapešť – Vídeň – Praha. Další pohyb je pak již nejistý, ale víme, že nos ukončil svoji cestu kdesi v Německu.



Každopádně z Cetinje do Prahy je to vzdušnou čarou 924 kilometrů a při uvážení toho, že nos zdaleka nepostupoval nejkratší cestou, můžeme odhadnout, že jen do Prahy urazil nejméně 1200 kilometrů. Pokud přičteme dalších odhadem 300 kilometrů do Německa, můžeme maximální délku nosu otipovat na přibližně $l = 1\,500$ km. Nyní se pokusme odhadnout, jakou rychlostí probíhalo zvětšování nosu. Opět se můžeme opřít pouze o jednotlivé scény z filmu, kde je tento proces zaznamenán. V průměru však jako realistický odhad uveďme rychlost $v = 0{,}5\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$. S těmito odhadnutými údaji pak můžeme spočítat, jak dlouho narůstání nosu trvalo. Jednoduchým vztahem pro pohyb rovnoměrný přímočarý získáváme

$$t_n = \frac{l}{v} = 3\,000\,000\ \mathrm{s} \doteq 35\ \mathrm{dnů}.$$



Vidíme tedy, že narůstání nosu trvalo odhadem více než měsíc. Chudák princezna si užila své. Informaci o délce nosu budeme potřebovat v další části. V této souvislosti je zajímavá i scéna, kdy nos překračuje státní hranici a celník jej využije ke komunikaci s hlavním městem. Zkusme odhadnout, jak dlouho by trvalo, než by zvukový signál dorazil od celnice až do Cetinje. K tomu je samozřejmě třeba vědět, jaká je vzdálenost obou míst. Přesná pozice celnice pochopitelně ve filmu není uvedena, ale vzhledem ke známým hranicím černohorského knížectví (zabíralo s výjimkou některých pobřežních oblastí téměř stejnou oblast jako dnešní Černá Hora) a skutečnosti, že nos se vydal směrem na Sarajevo, můžeme odhadnout, že nos překročil hranice někde u obce Plužine v oblasti, kde dnes vede silnice E762. Vzdálenost k hranici by za těchto okolností byla zhruba $l_c = 150$ km. Při uvážení rychlosti zvuku $v_z = 340\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$ by signál putoval dobu

$$t_s = \frac{l_c}{v_z} \doteq 7{,}4\ \mathrm{minuty}.$$

Rozhodně by se tedy nejednalo o nejlepší způsob komunikace. Zajímavé jsou z pohledu fyziky rovněž další parametry nosu související s jeho délkou, především pak jeho značná hmotnost. Pokusme se tuto hmotnost alespoň přibližně odhadnout. K tomu pochopitelně musíme znát objem nosu v okamžiku jeho maximální délky.

Uvažujme pro jednoduchost, že nos je dutý válec o vnitřním průměru $d_1 = 4$ cm a vnějším průměru $d_2 = 5$ cm, jeho maximální délka je poté $l = 1\,500$ km. Objem nosu pak můžeme spočítat jako

$$V = \left(\frac{\pi \cdot d_2^2}{4} - \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \right) \cdot l \doteq 1060 \text{ m}^3.$$



Hustotu nosní tkáně poté můžeme odhadnout na $\rho_t = 900$ kg·m^{-3}. Díky tomu lze stanovit maximální hmotnost princeznina nosu $m = \rho_t \cdot V \doteq 954$ t. Podle známého Einsteinova vztahu udávajícího ekvivalenci hmotnosti a energie, odpovídá takto vysoké klidové hmotnosti 954 tun energie $E = m \cdot c^2 \doteq 8{,}6 \cdot 10^{22}$ J, kde $c = 3 \cdot 10^8$ m·s^{-1} je rychlost světla ve vakuu. Samozřejmě by bylo možné v této souvislosti spekulovat, kde se vzala tak obrovská energie (hmotnost). Ve filmu naroste princezně nos po požití kouzelného jablíčka a následně zmizí po zkonzumování neméně kouzelných hrušticek. Není přitom pravděpodobné, že by princezna během růstu nosu spořádala větší množství potravy (ostatně dlouhý nos jí nějaké přejídání celkem efektivně znemožňoval) a už vůbec není rozumné předpokládat, že by se během poměrně rychlého zkracování nosu dokázala zbavovat nadbytečných tun nějakým konvenčním způsobem (představa, jak by toto mohlo být realizováno, je přinejmenším na hranici dobrého vkusu…). Můžeme tak věřit, že jablíčka dokázala nastartovat úžasnou přeměnu temné hmoty (popř. temné energie) z vesmíru na konvenční baryonovou hmotu projevující se v tomto případě jako princeznin nos. Hrušticky pak měly účinek přesně opačný. Je proto škoda, že princezna se v souladu s radami ministra nespokojila pouze s částečným zkrácením nosu a vynutila si (i za cenu navrácení kouzelných předmětů původním majitelům) úplný návrat do počátečního stavu. Alespoň malý vzorek zázračného nosu by si jistě zasloužil podrobné vědecké zkoumání.

Nasátí vody z Vltavy

Velmi zajímavou scénou je situace, kdy nos v Praze překonává Vltavu a stane se terčem kamenování ze strany zdejší omladiny. V důsledku toho se do něj dostane voda, kterou následně princezna doslova pokropí pana krále i další okolostojící. Ve filmu uplyne mezi nasátím vody nosem a jejím vyplivnutím ústy (vzdálenými v tu chvíli 1 200 kilometrů) pouze několik sekund. Pokusme se však odhadnout, jak dlouho by takový proces trval ve skutečnosti.

Nejprve si musíme uvědomit, že při dodržení všech zákonů fyziky by se až k princezně voda téměř jistě nedostala. I za nerealistického předpokladu, že by princezna měla v nose vakuum, by totiž maximální výška h_{max}, do níž by voda vystoupila, nemohla překročit hodnotu

$$h_{max} = \frac{p_a}{\rho \cdot g} \doteq 10 \text{ m},$$

kde $p_a = 101\,325$ Pa je atmosférický tlak, $\rho = 1\,000$ kg·m^{-3} hustota vody a $g = 9{,}8$ m·s^{-2} tíhové zrychlení. Jedná se vlastně o vzorec pro známý Torricelliho pokus, jenž zároveň vysvětluje, proč klasické vodní pumpy nefungují pro hloubku větší, než je právě zhruba 10 metrů. Pokud však sledujeme film pozorně, je jasně vidět, že nos během své pouti překonával podstatně větší převýšení, než je 10 metrů. Správná odpověď na otázku,



za jakou dobu po nasátí vody by ji princezna vyplivla ústy, tudíž je, že nikdy[2].

Zkusme však uvažovat situaci, že by nos nepřekonával během své cesty vůbec žádné převýšení, a pokusme se odhadnout maximální rychlost v_n, jíž by voda mohla v princezně nose proudit. Využijeme k tomu známou Bernoulliho rovnici, jež je vlastně zákonem zachování energie pro případ tekutin a obecně má tvar

$$\frac{1}{2}\cdot\rho\cdot v^2+\rho\cdot g\cdot h+p=\text{konst.}$$

Zde první člen odpovídá kinetické energii, druhý tíhové potenciální energii a třetí tlakové potenciální energii (všechno je vztaženo na jednotku objemu). Vzhledem k nulovému převýšení můžeme ignorovat tíhovou potenciální energii a zabývat se pouze tlakovou potenciální energií a energií kinetickou. Je jasné, že nejvyšší rychlosti proudění vody v nose bude dosaženo v případě, že tlak v nose p_n bude roven nule. Vzhledem k tomu, že nos se po kamenování ponoří jen nepatrně pod hladinu, můžeme uvažovat nulovou rychlost vody při vstupu do nosu ($v_v = 0$), přičemž tlak je v tomto místě roven atmosférickému tlaku $p_a = 101\,325$ Pa. Pro maximální možnou rychlost v_n proudění v nose tak dostáváme

$$\frac{1}{2}\cdot\rho\cdot v_n^2+p_n=\frac{1}{2}\cdot\rho\cdot v_v^2+p_a\ \rightarrow\ \frac{1}{2}\cdot\rho\cdot v_n^2=p_a\ \rightarrow\ v_n=\sqrt{\frac{2\cdot p_a}{\rho}}\doteq 14\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}.$$

Vidíme tedy, že rychlost proudění vody v nose nemůže překročit za daných předpokladů hodnotu zhruba 14 metrů za sekundu. Vzhledem ke známé délce nosu v daném okamžiku ($l_n = 1\,200$ km), můžeme nyní spočítat minimální možnou dobu $t_{\min}$, kterou by trval transport vody nosem k princezně. Získáváme

$$t_{min}=\frac{l_n}{v_n}\doteq 24\ \text{hodin}.$$

Od nasátí vody z Vltavy do jejího vyplivnutí by tak za těchto předpokladů musel uplynout celý jeden den. Samozřejmě by při známé maximální rychlosti proudění vody v nose a odhadnutém vnitřním průměru nosu bylo možné spočítat rovněž objemový tok udávající, kolik litrů vody za sekundu by princezna svým nosem dokázala transportovat.

Šíření vzruchu při připnutí medaile

Další z pro princeznu nepříjemných okamžiků nastane ve chvíli, kdy ji při přátelské návštěvě v Německu připnou přímo na nos medaili. Ve filmu na to princezna reaguje bolestivým výkřikem prakticky okamžitě poté, co je jí medaile připnuta. Zkusme však odhadnout, za jak dlouho by skutečně ucítila bolest v případě, že by se její přerostlý nos z hlediska šíření nervových vzruchů choval stejně jako jiné části těla. K tomu je samozřejmě třeba znát rychlost šíření nervového vzruchu. V učebnicích fyziologie člověka se uvádí, že tato rychlost je v sensitivních vláknech zpravidla v rozmezí 1 až 50 metrů za sekundu v závislosti na konkrétních vlastnostech těchto vláken. Uvažujme, že by v případě princezny platila nejvyšší možná hodnota $v_s = 50\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. V takovém případě by při maximální délce nosu $l = 1\,500$ km byla doba přenos vzruchu do mozku t_v zhruba

$$t_v=\frac{l}{v_s}\doteq 8{,}3\ \text{hodiny}.$$

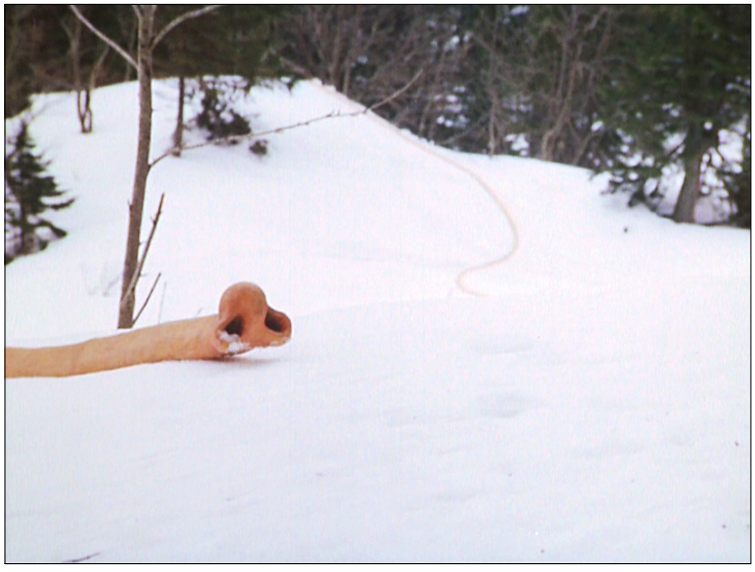
2 *Průměr nosu je dostatečně velký na to, abychom mohli zanedbat případný vliv kapilárních jevů.*



Bolest by tedy princezna ucítila až po více než 8 hodinách po připnutí medaile, to znamená v době, kdy by konec jejího nosu byl již o mnoho kilometrů dál. Podobným způsobem by bylo možné stanovit i dobu, po které by princezna pocítila polití nosu horkou vodou (to provedla se slovy „Jedeš potvoro!“ hospodyně kdesi na rakouském venkově) respektive jeho zaboření do slánky, k němuž došlo při oficiálním přivítání v Praze.

Pohyb nosu v zasněžené oblasti

Nejen z pohledu fyziky je zajímavá rovněž scéna, kdy nos cestuje přes zasněžené pohoří, v důsledku čehož se princezna obratem nachladí a začne kýchat. Je něco takového realistické? Nachlazení je způsobeno viry vnikajícími do organismu nejčastěji nosem a následně se usazujícími a množícími v oblasti nosohltanu. Těmto virům se nejlépe daří v chladném a vlhkém prostředí (odtud název onemocnění). Je však potřeba si uvědomit, že extrémně dlouhý nos by byl téměř jistou zárukou toho, že se vdechnuté viry nedokážou dostat na místo, kde by mohly být nebezpečné. Cesta kapének obsahujících viry nosem k princezně by trvala nejméně několik hodin a během té doby by se tato kapénka téměř jistě octnula na vnitřní straně nosu, kde by došlo k jejímu uchycení. Pravděpodobnost toho, že by nějaký virus dokázal proniknout nosem o průměru několik centimetrů a délce v řádu stovek kilometrů, je tudíž prakticky nulová.



Podstatně větší nebezpečí, než je nachlazení, by tak spočívalo v pravděpodobném vzniku omrzlin během průchodu nosu zasněženým pohořím. Je třeba si uvědomit, že značným vnějším povrchem nosu by v důsledku kondukce, konvekce i radiace velmi rychle unikalo teplo. Následně by došlo k poškození a pravděpodobně i k následnému odumření tkáně.

Pro představu zkusme odhadnout, jaké tepelné ztráty by vznikaly pouze v důsledku radiace. Pro jednoduchost uvažujme, že délka části nosu ležící ve sněhu je l_z = 50 km, vnější průměr nosu (uvažujeme kruhový průřez) pak odhadujeme jako d_n = 5 cm. Povrch zasažené oblasti by tak byl zhruba

$$S = \pi \cdot d_n \cdot l_z \doteq 7854 \text{ m}^2.$$

Pro srovnání konstatujme, že povrch lidského těla je typicky 1,6 – 1,8 m^2 [2]. Pokud bychom uvažovali teplotu nezakrytého povrchu nosu t_n = 35 °C (tj. T_n = 308,15 K) a stálou teplotu okolního prostředí t_o = –5 °C (tj. T_o = 268,15 K), vznikla by (za předpokladu, že povrch nosu se chová jako absolutně černé těleso) kaž-

dou sekundu pouze v důsledku vyzařování tepelná ztráta E daná v souladu se Stefanovým-Boltzmanovým zákonem vztahem

$$E = \sigma \cdot S \cdot \left(T_n^4 - T_o^4 \right) \doteq 1{,}7 \text{ MW}.$$

Zde $\sigma = 5{,}67 \cdot 10^{-8}$ W·m^{-2}·K^{-4} je tzv. Stefanova-Boltzmannova konstanta. Ačkoliv výpočet je pouze velmi přibližný (nos ve skutečnosti není absolutně černé těleso, teplota nosu by samozřejmě postupně klesala apod.), je jasně patrné, že tepelné ztráty v důsledku vyzařování jsou více než značné. Dá se jen stěží předpokládat, že by tyto ztráty bylo možné v dostatečné míře kompenzovat Je tak skoro jisté, že by došlo ke vzniku omrzlin a k následnému úplnému znecitlivění nosu. Pro lepší představu je třeba uvést, že emisivita lidské kůže se podle většiny zdrojů pohybuje v infračervené oblasti v rozmezí 0,97 – 0,99 [3], odchylka od absolutně černého tělesa je tak téměř zanedbatelná. Připomeňme, že povrch lidského těla je téměř 5 000 krát menší, než povrch nosu. Tudíž i množství jím vyzářeného tepla by za daných podmínek bylo téměř 5 000 krát menší a pohybovalo by se v řádu stovek joulů za sekundu.



Závěr

Cílem tohoto příspěvku je ukázat, že fyzika je skutečně všude kolem nás a můžeme se s ní setkat i v řadě filmů a pohádek. Určitě by bylo možné jak ve Třech veteránech, tak i v dalších pohádkách a filmech najít další scény, které by si zasloužily fyzikální rozbor (v diskutovaném pohádkovém filmu je to např. zmítání nosu při kýchání způsobeném požitím hruštiček). Nejde samozřejmě o to nadávat autorům za to, že události v jejich příbězích jsou v rozporu se zákony fyziky (pokud zrovna nejde o díla, u nichž se autoři zaklínají tím, že jsou natočena přesně podle skutečných událostí). Je však užitečné přemýšlet nad tím, co je realistické a co již nikoliv. Činit tak v kontextu populárních pohádek či filmů je pak pro studenty určitě zajímavější a názornější, než pokud bychom si příslušné situace sami vymýšleli.

Seznam literatury

[1] http://cs.wikipedia.org/wiki/Tři_veteráni [online] [cit. 2014-07-15].

[2] TRNA, Josef, TRNOVÁ, Eva. *Měříme lidské tělo*. In Sborník příspěvků z konference Veletrh nápadů učitelů fyziky. Praha, 2005. Dostupné z http://vnuf.cz//sbornik/prispevky/10-03-Trna.html [online] [cit. 2014-07-15].

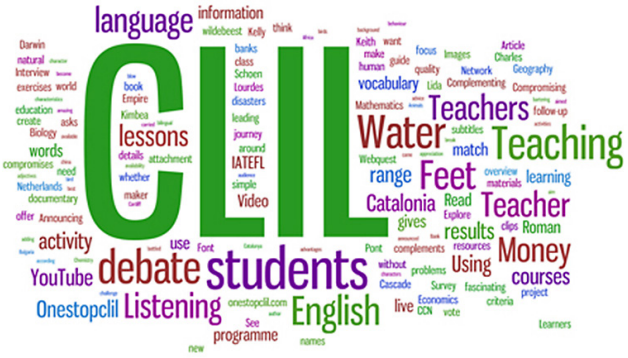
[3] STEKETEE, John. Spectral Emissivity of Skin and Pericardium. In Physics in Medicine and Biology 18 (1973), pp. 686-694. ISSN 0031-9155. Dostupné z http://iopscience.iop.org/0031-9155/18/5/307/pdf/0031-9155_18_5_307.pdf [online] [cit. 2014-07-28].

V článku byly použity ilustrační snímky z filmu *Tři veteráni*. Autor knižní předlohy Jan Werich, scénář Zdeněk Svěrák, Oldřich Lipský, režie Oldřich Lipský. Státní fond pro podporu a rozvoj české kinematografie, Praha 1983.

Metoda CLIL ve fyzice

Tomáš Jerje[1], Základní škola Chrastava, Přírodovědecká fakulta UHK

Příspěvek seznamuje čtenáře s metodou CLIL, která se řadí mezi moderní vyučovací techniky. Metoda CLIL integruje výuku cizího jazyka do výuky ostatních odborných předmětů. V příspěvku se dočteme o historii, cílech a filosofii CLILu. Hlavním obsahem příspěvku jsou však osobní zkušenosti s touto metodou ve výuce fyziky, ukázky z vyučovacích hodin a shrnutí dvouletého snažení o implementaci metody CLIL do hodin fyziky na základní škole. Článek seznamuje čtenáře s postoji žáků, skutečnou efektivitou metody a případnými úskalími v novém přístupu ve výuce fyziky.

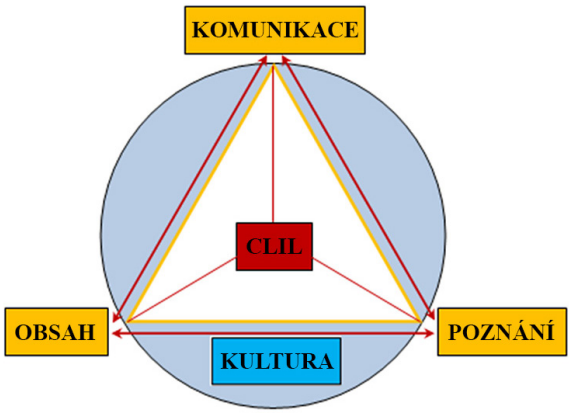


Úvod

Když jsem se vrátil z prvního semináře zaměřeného na metodu CLIL, byl jsem ohromen a plný chuti to také ve své výuce zkusit. Po utříbení myšlenek se ve mně začal odehrávat souboj dvou vnitřních postojů. Žáci neumí česky, mnohdy nerozumí zadání slovních úloh, nedokážou zformulovat myšlenku v českém jazyce a já na ně mám zkoušet metodu, při které se objeví cizí jazyk, konkrétně angličtina? Na druhé straně byla výzva zkusit to a třeba žáky motivovat, nadchnout a posunout je dále i z hlediska jazykových dovedností.

Tehdy se psal rok 2012, od té doby již uplynuly dva roky, a proto bych se s vámi rád podělil o zkušenosti, nástrahy a možnosti metody CLIL i ohlasy širšího kruhu na ni. Pojďme se na metodu CLIL podívat blíže, protože během studia na vysoké škole pedagogické jsem se s tímto pojmem v žádném předmětu nesetkal, i mnohým mým kolegům zůstal tento pojem velkou neznámou.

Slovo CLIL je zkratka anglického spojení Content and Language Integrated Learning označujícího metodu moderního vyučování, která integruje výuku cizího jazyka (nejčastěji angličtiny) do výuky ostatních předmětů. Žáci se



během hodiny CLIL obsahově učí standardním předmětům, které osnovy českého školství stanovují, výuka nebo pouze její větší či menší část, však probíhá v cizím jazyce. Při jedné vyučovací hodině tedy dochází k integraci obsahu oborového předmětu s výukou cizího jazyka. Žáci si tak osvojují znalosti a dovednosti současně v obou předmětech. Důležité však je, aby žáci nevěnovali přílišnou pozornost tomu, že komunikují v cizím jazyce, ale soustředili svou pozornost na obsah výuky. Tím se neučí pouze komunikovat a přijímat slovíčka v cizí řeči, ale v cizím jazyce i přemýšlet, a tak rozvíjet své kognitivní (poznávací) schopnosti.

Od historie po současnost CLILu

Metoda CLIL patří mezi moderní vyučovací metody. První zmínka o ní se datuje do roku 1994, kdy tento pojem jako první použil profesor z univerzity Jyväskylä ve Finsku David Marsh. Poprvé byla metoda použita o dva roky později na finské univerzitě Unicom v rámci Evropského programu pro vzdělávání v Holandsku. Již v roce 1995 byla Evropskou komisí přijata Bílá kniha vzdělávání, která mimo jiné zdůrazňovala nutnost vícejazyčného vzdělávání v Evropě. Odborníci se tehdy jednoznačně shodli, že metoda CLIL může sehrát v této souvislosti důležitou úlohu. O téměř dvacet let později můžeme říci, že CLIL přináší inovaci a nezanedbatelné

1 tomas.jerje@uhk.cz

výhody do někdy poněkud zastaralého vzdělávacího systému výuky nejazykových předmětů s převážně frontálním charakterem výuky.

Odborníci ze sdružení EUROCLIL zabývající se metodou CLIL ji popisují jako využití cizího jazyka jakožto prostředku nejazykového předmětu, kterým může být přírodopis, zeměpis, fyzika, chemie či jakýkoli další nejazykový předmět. Často se v literatuře zdůrazňuje, že v metodě CLIL nejde o preferenci nebo dominanci cizího jazyka nad vyučovaným předmětem ani naopak. Jde o přirozenou integraci v jakémkoli měřítku. Myšlenka, že vyučovací hodina musí být vedena celá v anglickém jazyce, je mylná. Může se jednat pouze o několikaminutovou aktivitu, která jen rozšiřuje slovní zásobu.

V současnosti odborníci, kteří o CLILu podávají zprávy a dávají tipy pro výuku na webových stránkách Onestopclil[2], uvádějí, že metodu CLIL nelze jednoznačně definovat. Došli k závěru, že CLIL lze rámcově popsat pěti základními fakty:

- Prvním z nich je široce uznávaná formulace vytvořená Radou Evropy hovořící o různých formách vyučování nejazykových předmětů nebo jejich částí v cizím jazyce.
- Druhý zdůrazňuje především dvojí výukový cíl CLILu a to jeden v cizím jazyce a druhý v odpovídajícím nejazykovém předmětu.
- Třetí poukazuje na časovou úspornost. Propojením jazykové a nejazykové výuky přispíváme k osvojování si daného učiva a cizího jazyka zároveň. Šetříme tím tedy vlastně čas a zároveň plně využíváme učební prostor, který máme.
- Další vymezení pojmu CLIL spojuje toto učení s větší variabilitou učebních metod. Rozmanitost podání učiva je zesílena a určitým způsobem i zpestřena cizím jazykem. Zároveň se u žáků nevyžaduje konkrétní jazyková vybavenost, jako je tomu při bilingvní výuce.
- Poslední všeobecně uznávanou souvislostí je spojitost CLILu s motivací. Cizí jazyk je podáván v přirozeném prostředí reálných situací, což s sebou přináší velkou míru chuti po poznání a komunikaci jako takové. [2]

Jaké cíle si metoda CLIL klade?

Mezi dva hlavní cíle metody CLIL lze zařadit rozvoj cizího jazyka a druhého nejazykového předmětu. Cíle mají stejnou důležitost, i když v jednotlivých hodinách mohou být akcentovány v různé míře. Jak moc bude jazyk do předmětu zapojen, záleží na konkrétním tématu, vhodnosti i jazykových znalostech učitele. Dále je třeba brát zřetel na věk žáků a to, do jaké míry metodu žáci znají a ovládají. V první řadě je potřeba dosáhnout toho, aby bylo učivo pro žáky srozumitelné, kdyby bylo vykládané v českém jazyce. Pokud nesplníme tuto podmínku, metoda CLIL nebude efektivní a žáci si z hodiny mnoho neodnesou. Podaří-li se nám u žáků vzbudit motivaci, otevřou se nám dveře pro rozvíjení dalších cílů, jako jsou komunikační dovednosti, uvědomění si správných ekvivalentů odborných názvů v cílovém a mateřském jazyce, jazykové kompetence, aplikace již osvojeného učiva na nové apod. Tím dosáhneme výsledku, kdy výuka dostane komplexní charakter a jazyk nebude izolován jako jazyk a odborný předmět jako odborný předmět. Tak jako v životě se jednotlivé věci nedějí odděleně, tak i učení nabere na spojitosti, čímž se více přiblíží realitě. [3]

Proč se metoda CLIL neobjevuje na školách spontánně?

Byť se metoda CLIL jeví jako efektivní a užitečná, objevuje se na českých školách jen zřídka. Jedním z největších problémů, kterému učitelé čelí, jsou vysoké nároky související s používáním CLIL. Jde o časovou náročnost příprav, efektivitu vyučovací hodiny, náročnost vyhledávání vhodných materiálů a aktivit, ale především o jazykové prostředky a kompetence daného vyučujícího. Není však třeba se ničeho bát. Materiálů vhodných pro metodu CLIL nalezneme v knižní i internetové podobě spoustu. Digitální učební materiály nabízejí široké spektrum aktivit pro metodu CLIL, zdroje s aktivitami a návody sloužící vyučujícím se také rozšiřují. Jak již bylo řečeno, používat CLIL neznamená nutně vyučovat celou vyučovací hodinu v anglickém jazyce, je možno začít pouze

2 *Dostupné z: www.onestopenglish.com/clil*

s krátkými cizojazyčnými aktivitami. Ze zkušenosti vím, že metodu CLIL by měl zvládnout středně pokročilý uživatel anglického jazyka. Vystudovaný cizí jazyk tedy není vstupní branou k této vyučovací metodě.

Proč jsem nakonec CLIL do výuky zařadil?

Za rozhodnutím stálo spoustu dílčích faktorů. Mezi ně patřila skutečnost, že jsem chtěl zkusit na škole něco nového, něco, co nikdo ve svých hodinách běžně nedělá a možná ani nikdy nezkusil. Také jsem chtěl zkusit prolomit osobní bariéru k jazykům, kterou jsem si doposud vypěstoval. Šlo o potřebu naučit se něčemu novému, ale byla to především výzva, zda-li to ustojím a zvládnu, anebo o metodě budu slýchávat už jen z okolí. Mimo jiné jsem byl opojen postřehy, zkušenostmi, nápady ze seminářů o metodě CLIL. V neposlední řadě jsem se řídil pravidlem, kdo nic nedělá, nic nezkazí.

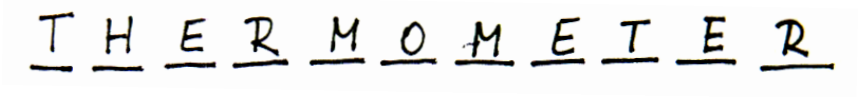
Malá ukázka zařazení prvků metody CLIL do výuky fyziky

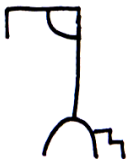
Rozcvičky – rychlé, jednoduché, připraví na změnu jazyka

a) Napiš, jaké fyzikální veličiny skrývá slovo NETOPYR.
E – energy, T – temperature, P – power, R – resistance

b) Napiš co nejvíce těles a látek, které jsou kolem tebe ve třídě a začínají písmenem B, R.
(za české 1 bod, za anglické 2 body)
B – book, bulb, box, ball, board, bačkora, baterie, …
R – ruler, ruber, rocket motor, ručník, rolety, ruksak, …

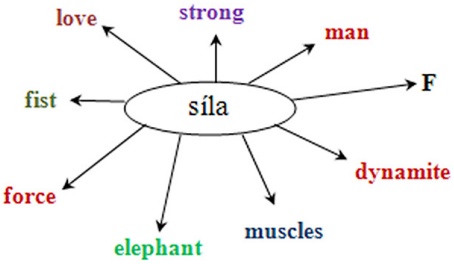
c) Hra šibenice, učitel vymyslí slovo (z fyziky) a žáci říkají anglicky: *m as mouse*





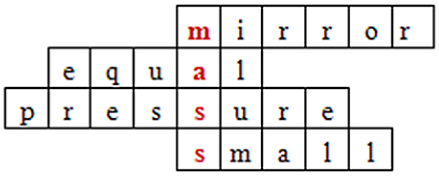
Úvod do probírané látky – rychlé, názorné, opakování slovní zásoby

a) Vytvoř myšlenkovou mapu k tématu síla



b) Jednoduchá křížovka s odpověďmi v anglickém jazyce

1. vzniká v něm obraz
2. znaménko =
3. veličina se značkou pascal
4. opak velký



Opakování

a) Opakovací otázky

Imagine a place in the cosmos far from gravitation and without friction influence. Suppose that you visit that place (just suppose) and throw rock. The rock will:

a) gradually stop *b) continue in motion in the same direction at constant velocity*

b) Doplňování slov do textu

Physical variable pressure indicates ....., the basic unit of pressure is the ..... .
Pressure represents the ..... acting on a ..... .

pascal *p* *surface* *force*

Osobní zkušenosti s metodou CLIL ve fyzice



Dodnes nezapomenu na semináře zaměřené na metodu CLIL, které ve mně vyvolaly touhu zkusit tuto metodu ve svých vyučovacích hodinách. Chvilku jsem váhal, zda-li je to dobré, zda-li se ztotožním s filosofií této vyučovací metody, a především, mám-li dostatek času a jazykových dovedností, abych mohl žákům metodu CLIL ukázat, efektivně ji uchopit a pracovat s ní. Začátky nebyly snadné a mnohokrát jsem si pohrával s myšlenkou vzdát to a CLIL zcela vymazat z vyučování. Překvapivě ve mně tyto myšlenky nevyvolali žáci a to, jak přijímali novou metodu, nýbrž časová náročnost a komplikovanost příprav na realizaci vyučovacích hodin. Trvalo přibližně půl roku, než se vše zaběhlo a začalo fungovat tak, jak jsem si představoval, že by první rok měl vypadat. Aktivity podle metody CLIL jsem zařazoval každou druhou vyučovací hodinu fyziky, vždy v rozsahu 2 až 10 minut z celé hodiny. Zpočátku se jednalo o názvy jednotek fyzikálních veličin, jejichž název ve velké míře koresponduje se značkou fyzikální veličiny (práce – work – W, hmotnost – mass – m, objem – volume – V, …). Najednou jsem zjistil, že žáci nemají problémy se zapamatováním značek fyzikálních veličin. Myšlenkové mapy k novému tématu jsme začali psát také v anglickém jazyce. V rámci reflexe a opakování žáci začali dostávat krátké textíky, do kterých měli za úkol doplňovat slova výběrem ze zadaných možností. V současné době v aktivitách stále pokračujeme a nyní zkoušíme zadávat celé slovní úlohy v anglickém jazyce. V hodinách se více komunikuje, protože se objevuje potřeba usměrňování pojmů, sebereflexe a zpětné vazby.



Závěrem

Kdybych stál jako před dvěma lety opět na rozcestí, kde je jedna cesta náročnější a představuje experimentování s metodou CLIL, šel bych opět touto cestou. Když se na závěr zaměřím na žáky, vidím velký význam CLILu v posílení komunikace a spolupráce, které u žáků přirozeně rozvíjejí sebedůvěru, motivují a posilují individualitu. Žáci jsou nuceni k většímu soustředění, a tím jsou více přiváděni k pozitivnímu vztahu k učení. Dovednosti a znalosti jsou rozvíjeny komplexněji a díky častějšímu opakování spjatému s touto metodou je látka více fixována. Jazyk je vyučován v reálných situacích, a ne v uměle vytvořených konverzacích a cvičeních, jak tomu často bývá v hodinách anglického jazyka. Metoda také podporuje přechod k vyšším jazykovým úrovním vyjádřeným v Evropském jazykovém rámci (B2, C1). Rozhodně metoda CLIL není všespasitelná a netvrdím, že ve všech třídách efektivně využitelná. Nicméně je kreativní, nápaditá, a pokud se dělá dobře, tak i velmi efektivní a pro žáky motivující.

Literatura

[1] www.onestopenglish.com [online]. [cit. 2014-07-15]. Dostupné z: <www.onestopenglish.com/Pictures/Web/DocImages/image/g/i/n/clil_wordle.jpg>.

[2] ZŠ nám. Aloise Jiráska. *Aktuality 2013* [online]. [cit. 2014-05-13]. Dostupné z: <www.zsaj.cz/o-skole/aktuality>.

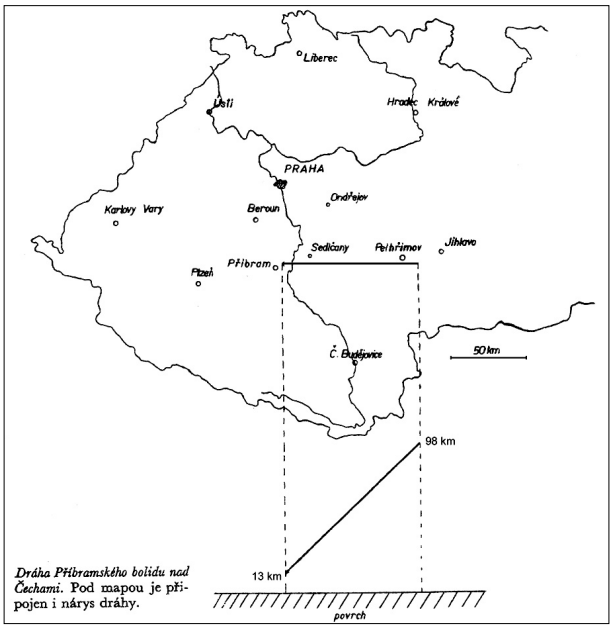
[3] ŠMÍDOVÁ, Tereza, Lenka TEJKALOVÁ a Naděžda VOJTKOVÁ. *CLIL ve výuce: jak zapojit cizí jazyky do vyučování*. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské zařízení a zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků, 2012, 64 s. ISBN 978-80-87652-57-2.

Před 55 lety dopadl nedaleko Příbrami první meteorit s rodokmenem

Václav Kalaš[1], Hvězdárna a planetárium Plzeň

Možná už jste někdy zaslechli, že některé meteority mají svůj „rodokmen". První těleso, u kterého se tento rodokmen podařilo zjistit, dopadlo v blízkosti Příbrami 7. dubna 1959, tj. před 55 lety. Zjištění původu byl velký úspěch českých astronomů a důkaz, že československá astronomie patří mezi špičku ve svém oboru.

Nejprve si uvedeme alespoň základní názvosloví, aby nedošlo k nějakým nejasnostem. Tělesa o rozměrech přibližně od 0,1 mm do jednoho metru (tyto hranice nejsou jednoznačně dané, jsou spíše orientační), pohybující se meziplanetárním prostorem, mimo atmosféru Země, nazýváme meteoroidy. Meteor je světelný jev, který může být vyvolán průnikem takového tělesa do zemské atmosféry. Jestliže je mimořádně jasný, říká se mu bolid. Jako meteorit může být označeno těleso meziplanetární hmoty až poté, co dopadne na zemský povrch. Jestliže je tedy někde napsáno, že na obloze byl spatřen „padající meteorit", jedná se o chybně pojmenovaný úkaz.



Dráha Příbramského bolidu nad Čechami. Pod mapou je připojen i nárys dráhy.

Obr. 1 – zákres dráhy letu bolidu Příbram do orientační mapky

S meteoroidy se Země setkává neustále, takže pokud někdy za temné noci vydržíte sledovat oblohu dostatečně dlouho, určitě nějaký meteor spatříte. Obvykle se bude jednat o nějaký slabý, protože těch je největší množství. To, co však mohli lidé spatřit 7. dubna 1959, bylo něco naprosto mimořádného. Tento den večer, nedlouho po setmění, oblohu proťalo extrémně jasně zářící těleso. Hodiny v tu dobu ukazovaly 20:30:20 středoevropského času (SEČ) a bolid byl vidět následujících sedm sekund. Maximální jasnost byla určena na –19 magnitudu, tj. asi 1 000 × více, než má Měsíc v úplňku.

V té době již několik let fungoval program, který pomocí speciálních kamer zaznamenával oblohu každou vhodnou noc na fotografické desky o rozměrech 9 × 12 cm. Tento druh sledování navrhl a provozoval astronom Zdeněk Ceplecha z Observatoře Ondřejov. Hlavním cílem programu bylo zjistit, jak je během průletu atmosférou ovlivňován let meteoroidu a také zkoumat hustotu vzduchu ve velkých výškách.

Sledování meteorů v té době probíhalo ze dvou stanovišť. Prvním byl přímo Ondřejov a na pozici druhého se vystřídala Mezivrata (1951–1952), Vysoký Chlumec (1953–1955) a Prčice (1955–1977). Na Ondřejově fungovala od roku 1955 baterie deseti statických kamer, která pokryla něco přes polovinu viditelné oblohy. Nad jejich objektivy rotovaly dvouramenné sektory rychlostí necelých 50 otáček za sekundu a vždy na krátký okamžik zastínily zorné pole. U meteorů na snímcích se to projevilo přerušením jejich stopy, z čehož se dala následně vypočítat rychlost. V Prčicích bylo obdobné zařízení, které se lišilo jen tím, že neobsahovalo rotující sektor. Obě stanoviště byla od sebe vzdálena vzdušnou čarou 40,4 km. Na Ondřejově pak byl ještě jeden agregát, čítající nejprve dvanáct, později deset kamer, umístěný na paralaktickém stole a pohybující se současně s oblohou. Díky němu bylo možné u meteorů spolehlivě určit čas jejich přeletu.

Mimořádně jasný bolid ze 7. dubna 1959 nasnímalo celkem deset kamer, z toho tři byly opatřeny rotujícím sektorem, a díky tomu se dala zjistit rychlost průletu tělesa. Hned na začátku zpracování se ale vyskytl neobvyklý

1 Vaclav.Kalas@seznam.cz



Obr. 2 – fotograficky zachycená stopa bolidu Příbram

problém. Bolid svým jasem tak zahltil fotografické desky, že byly úplně černé. Ústavní fotograf z nich musel nejdříve udělat světlejší diapozitivní kopie a teprve ty bylo možné proměřit. Zpracování se ujal tým pracovníků ondřejovské observatoře pod vedením Zdeňka Ceplechy. Rozběhly se výpočty, jejichž cílem bylo určit oblast, do které mohl případně dopadnout zbytek tělesa. Z dnešního pohledu se to zdá až neuvěřitelné, ale prováděly se tehdy na mechanických kalkulačkách za pomoci tabulek trigonometrických funkcí. Na úkolu pracovaly dvě počtářky a dopracovat se k výsledku jim trvalo zhruba 100 hodin.

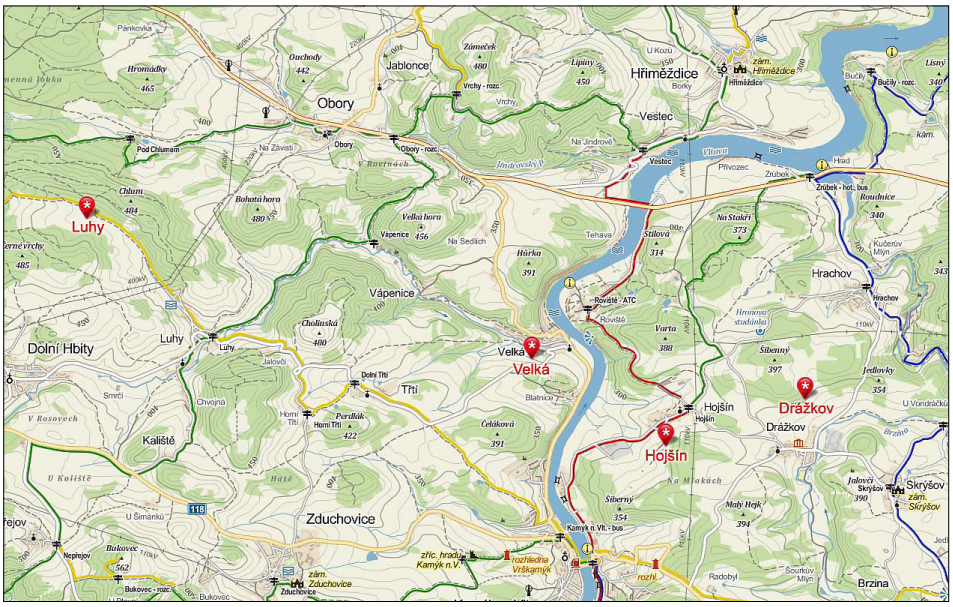
Protože bolid vylétl ze zorného pole kamer a tudíž nebyl zaznamenán jeho úplný konec, bylo zapotřebí získat informace z jiných zdrojů. Díky tomu, že jev byl opravdu mimořádný, všimlo si jej velké množství lidí a ti pomohli chybějící data doplnit. Jejich informace byly sice často zkreslené, nepřesné a leckdy i chybné, ale přesto se z nich podařilo seskládat mozaiku chybějících údajů. Zajímavostí je, že jeden z nejlepších popisů celého jevu včetně náčrtku poskytl Bohumil Maleček, bývalý ředitel Hvězdárny a planetária Plzeň.

Samotný Zdeněk Ceplecha bolid na obloze bohužel neviděl, protože v té době sledoval televizi. Všiml si však, že se náhle objevilo jasné světlo na rámu okna a pohybovalo se po něm takovým způsobem, že nemohlo jít o reflektory auta. Zaznamenal si čas a podíval se z okna. Na obloze již nic zvláštního neviděl, ale po nějaké době uslyšel zahřmění. Ihned jej napadlo, že se mohlo jednat o přelet mimořádného bolidu. Vrátil se k televizi, nastavil na ní takový jas, jaký mělo ono záhadné světlo, a změřil jeho intenzitu expozimetrem. Vyšlo mu 100 luxů, což zhruba odpovídá hodnotě –19 magnituda. Poté se rychle vydal na hvězdárnu. Zde ve spolupráci s Miroslavem Novákem, který měl tu noc službu u kamer, vyndali z kamer exponované desky a nahradili je novými. Ty původní uložili, aby nemohlo dojít k jejich poškození.



Obr. 3 – Dr. Zdeněk Ceplecha prohlíží největší nalezený meteorit – Luhy

Ondřejovští astronomové na základě získaných dat vypočítali, že mateřské těleso mělo při vstupu do atmosféry hmotnost větší než jednu tunu (možná několik desítek tun) a rychlost téměř 21 $km \cdot s^{-1}$. Zářit začalo ve výšce 97,8 km v blízkosti Jihlavy a největšího jasu (–19 mag) dosáhlo ve výšce 55 km. O něco níže, mezi 44 a 23 km, se postupně rozpadlo na sedmnáct fragmentů. Těleso se rozpadalo i dále, ale to se již nepodařilo zaznamenat, protože ve výšce 22 km vylétlo ze zorného pole kamer. Po průletu bolidu pozorovatelé zaznamenali zvuky, které jim připomínaly dělové rány či výstřely z kulometu. Po doplnění dalších informací z vizuálních pozorování se zjistilo, že meteor přestal zářit ve výšce 13 km. To je poměrně málo, a tak se ukázalo pravděpodobné, že část tělesa mohla dopadnout na zem.

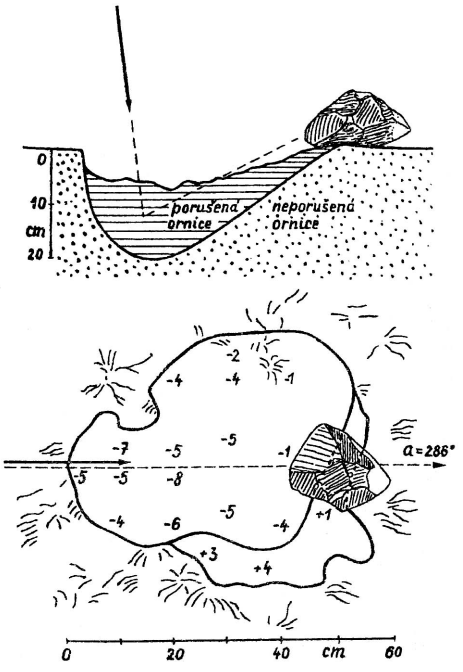


Obr. 4 – místa nálezů fragmentů meteoritu Příbram

První meteorit byl nalezen náhodou v blízkosti obce Luhy. Objevil jej na svém poli sedlák V. Vršecký a nejprve si myslel, že je to kámen, který mu tam někdo schválně hodil. Bylo mu však divné, že se nacházel více než 40 metrů od nejbližší cesty a v okolí nebyly žádné stopy. Navíc byl nápadně černý a ležel na okraji jamky o hloubce asi 20 cm. Později se ukázalo, že jeho hmotnost byla 4,48 kg. Observatoř Ondřejov uspořádala do okolí Vltavy v oblasti mezi Příbramí a Sedlčany tři větší výpravy, jejichž cílem bylo najít další meteority. Během nich nalezli místí občané, spolupracující s astronomy, tři fragmenty. První, o hmotnosti 800 gramů, ležel poblíž obce Velká a našel jej A. Plavec 24. dubna. Druhý měl 420 gramů a objevila jej M. Kramešová u Hojšína 15. srpna. Poslední úlomek nalezl teprve třináctiletý chlapec V. Vácha, který chodil pást krávy. Tato část byla ze všech objevených nejmenší, měla 104 gramy a hoch ji objevil 25. srpna v katastru obce Drážkov.



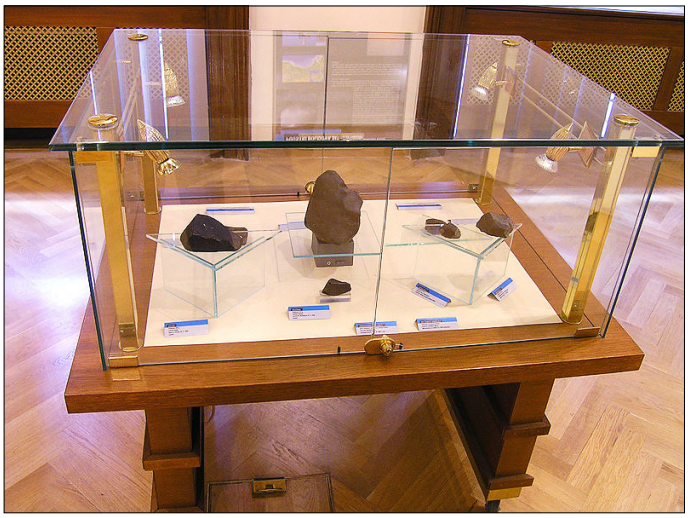
Obr. 5 – nalezený meteorit Luhy



Řez a půdorys místa pádu meteoritu Luhy v tom stavu v jakém byl nalezen. Plné šipky jsou teoreticky spočítané směry letu. Čísla v dolní půdorysné části obrázku značí hloubku a vyvýšení nad okolní terén v centimetrech. „Vlásky" označují jednotlivé trsy mladého ozimu.

Obr. 6 – nákres dopadového místa meteoritu Luhy

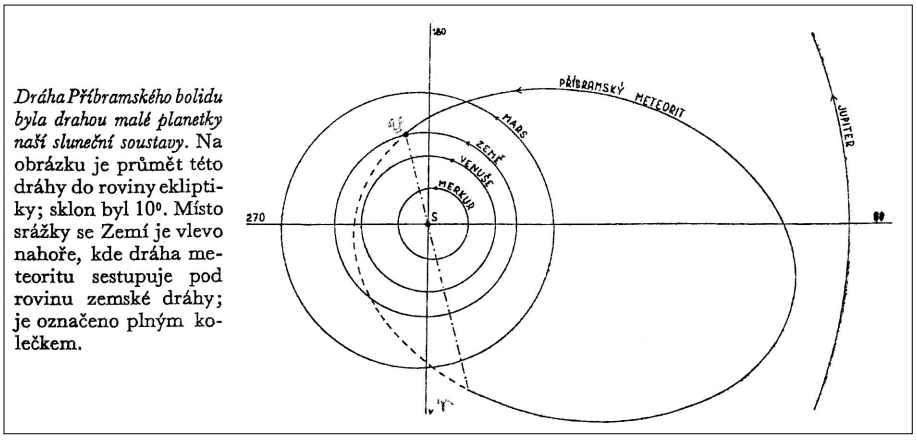
Zajímavé je, že teoreticky mohlo na zem dopadnout i větší těleso, než největší nalezený úlomek. Všechny objevené kameny totiž byly fragmenty, jež se oddělily od hlavní části ve výšce větší než 22 km. Ta pokračovala v letu a dále se rozpadala, ale to již nebylo na fotografiích zachyceno. Pokud se nakonec nerozdělila na velké množství drobných úlomků, které zanikly v atmosféře, mohla dopadnout na nějaké odlehlé místo, kde nebyla dosud objevena. Oblast případného dopadu je totiž kopcovitá, nepřehledná a v té době byla porostlá mladým lesem. Nebylo možné ji důkladně prohledat, a tak není vyloučeno, že pokud se zde nacházel meteorit, mohl hledačům uniknout. Nic na tom nemění ani fakt, že jeho velikost mohla být až 0,4 m.



Obr. 7 – vystavené fragmenty meteoritu Příbram v muzeu

Zkoumání nalezených fragmentů ukázalo, že se jedná o kamenný meteorit (chondrit) typu H5 se zvýšeným obsahem železa. Podle obsahu radioaktivních izotopů a elementů vědci zjistili, že materiál meteoritu je starý kolem 4 miliard let, ale kosmickému záření byl vystaven jen po dobu 10 až 20 miliónů let. Z toho vyplývá, že se jedná o pozůstatek většího tělesa, které se později pravděpodobně rozpadlo na menší kusy. Kosmické záření je totiž schopno proniknout jen asi dva metry pod povrch pevných těles. Všechny nalezené části si v současnosti můžeme prohlédnout v Národním muzeu v Praze.

Tým pod vedením Zdeňka Ceplechy vypočítal z fotografických a vizuálních dat nejen, jak se těleso pohybovalo atmosférou, ale i jeho původní dráhu ve sluneční soustavě. Výpočty ukázaly, že mateřské těleso pocházelo z pásu planetek, ležícího mezi drahami Marsu a Jupiteru. Tím se prokázala souvislost mezi asteroidy a meteory, která byla do té doby pouze neověřenou hypotézou.



Dráha Příbramského bolidu byla drahou malé planetky naší sluneční soustavy. Na obrázku je průmět této dráhy do roviny ekliptiky; sklon byl 10°. Místo srážky se Zemí je vlevo nahoře, kde dráha meteoritu sestupuje pod rovinu zemské dráhy; je označeno plným kolečkem.

Obr. 8 – dráha mateřského tělesa bolidu Příbram ve sluneční soustavě

Vzhledem k tomu, že poprvé v historii byla u nalezeného meteoritu zjištěna oblast, odkud pocházel, a tudíž jeho původ, získal označení „první meteorit s rodokmenem“. Takové případy jsou poměrně vzácné, do dnešní doby je jich jen kolem dvou desítek.

Vyfotografování bolidu Příbram, pád jeho fragmentů, jejich nalezení a následný úspěch československých astronomů při určování původu tělesa vedl k tomu, že Zdeněk Ceplecha založil síť stanovišť, jejímž úkolem bylo zaznamenávání bolidů. Začala pracovat roku 1963 a zpočátku měla jen pět stanic – Ondřejov, Karlovy Vary, Jičín, Jindřichův Hradec a Svratouch. Postupně se ale rozrostla a pozorovací místa se rozšířila i do dalších států. Nyní je známa jako Evropská bolidová síť, má několik desítek stanic a pokrývá oblast o rozloze kolem jednoho miliónu km^2.



Obr. 9 – nalezená část meteoritu Neuschwanstein

Tato síť zachytila 6. dubna 2002 další mimořádně jasný bolid, jehož zbytky dopadly nedaleko německo-rakouské hranice. Jméno dostal podle blízkého bavorského hradu Neuschwanstein. Největší překvapení astronomové zažili, když vypočítali jeho dráhu ve sluneční soustavě. Zjistili, že je téměř shodná s drahou mateřského tělesa meteoritu Příbram. Tím se znovu potvrdilo, že bolid Příbram byl dříve součástí většího tělesa, které se rozpadlo na více částí, a Neuschwanstein je pravděpodobně jednou z nich. Ke stejnému mateřskému tělesu je někdy přiřazován i meteorit Glanerbrug, jenž dopadl na území Nizozemska 7. dubna 1990. Jeho dráha byla také podobná a se Zemí se srazil dokonce stejný den v roce jako Příbram. Geologické složení má ale odlišné, proto je jeho příslušnost ke stejnému tělesu sporná. Každopádně je možné, že se na podobných drahách pohybují další tělesa, a tak není vyloučeno, že dříve či později se naše Země setká s dalším „sourozencem" bolidu Příbram.

Zdroje

[1] BUMBA, Václav a kol. *Observatoř Astronomického ústavu ČSAV Ondřejov: Historie a soudobý výzkumný program ústavu.* 1. vyd. Praha, Středočeský krajský národní výbor; Orbis, 1964.

[2] HADRAVA, Petr a kol. *Ondřejovská hvězdárna 1898-1998: sborník o české a moravské astronomii uspořádaný ke 100. výročí Ondřejovské hvězdárny a 650. výročí University Karlovy.* 1. vyd. Praha: Astronomický ustav AV ČR v nakl. Vesmír, 1998. ISBN 8090248713 9788090248717

[3] Mailová korespondence s technikem a pozorovatelem Observatoře Ondřejov Jaroslavem Bočkem

[4] VELINSKÝ, Frederik. ČRo: *Příbramský meteorit – 44 let.* 31. 3. 2003. [cit. 16. 6. 2014]. Dostupné on-line z: http://www.astro.cz/clanek/928

[5] SOBOTKA, Petr. *Rozhovor: Zdeněk Ceplecha - Vzpomínky na meteorit Příbram.* 7. 4. 2009 [cit. 16. 6. 2014]. Dostupné on-line z: http://www.astro.cz/clanek/3707

[6] SUCHAN, Pavel. *50 let Příbramských meteoritů – konference a výstava.* 6. 5. 2009. [cit. 16. 6. 2014]. Dostupné on-line z: http://www.astro.cz/clanek/3755

[7] Neuveden. *Příbram – první meteorit na světě s rodokmenem.* 7. 4. 2009. [cit. 16. 6. 2014]. Dostupné on-line z: http://fyzmatik.pise.cz/864-pribram-prvni-meteorit-na-svete-s-rodokmenem.html

[8] KALAŠ, Václav. *Bolid Příbram – 55 let.* 7. 4. 2014. [cit. 16. 6. 2014]. Dostupné online z: http://www.astro.cz/clanek/6240 a http://www.hvezdarnaplzen.cz/2014/04/06/bolid-pribram-55-let/

Obrázky

[1] Zákres dráhy letu bolidu Příbram do orientační mapky
Zdroj: BUMBA, Václav a kol. Observatoř Astronomického ústavu ČSAV Ondřejov: Historie a soudobý výzkumný program ústavu. 1. Vyd. Praha, Středočeský krajský národní výbor; Orbis, 1964.

[2] Fotograficky zachycená stopa bolidu Příbram
Zdroj: http://www.astro.cz/clanek/3755

[3] Dr. Zdeněk Ceplecha prohlíží největší nalezený meteorit – Luhy
Zdroj: http://www.astro.cz/clanek/3755

[4] Místa nálezů fragmentů meteoritu Příbram
Zdroj: www.mapy.cz + doplněno autorem

[5] Nalezený meteorit Luhy
Zdroj: http://www.tyden.cz/rubriky/veda-a-technika/veda/akademie-ved-vystavi-slavne-pribramske-meteority_118368.html#.VAlSDKMzB3s

[6] Nákres dopadového místa meteoritu Luhy
Zdroj: BUMBA, Václav a kol. Observatoř Astronomického ústavu ČSAV Ondřejov: Historie a soudobý výzkumný program ústavu. 1. Vyd. Praha, Středočeský krajský národní výbor; Orbis, 1964.

[7] Vystavené fragmenty meteoritu Příbram v muzeu
Zdroj: http://fireball.meteorite.free.fr/meteor/en/4/1959-04-07/pribram/synthese

[8] Dráha mateřského tělesa bolidu Příbram ve sluneční soustavě
Zdroj: Zdroj: BUMBA, Václav a kol. Observatoř Astronomického ústavu ČSAV Ondřejov: Historie a soudobý výzkumný program ústavu. 1. Vyd. Praha, Středočeský krajský národní výbor; Orbis, 1964.

[9] Nalezená část meteoritu Neuschwanstein
Zdroj: http://www.astro.cz/clanek/726

Videa v mobilu ve výuce fyziky[1]

Gerhard Rath[2], Karl-Franzens-Universität Graz, Rakousko

Mobilní telefony ve škole – to je v současné době kontroverzní téma. Intenzivně se diskutuje, jak nastavit pravidla pro zacházení s těmito přístroji. V mnohých školách mají být při výuce vypnuty, v leckterých jsou mobily zakázány zcela. Přitom jsou tyto elektronické přístroje především v podobě stále silněji zastoupených smartphonů (chytrých telefonů) skutečnými všeználky a jsou neodmyslitelně spojené se světem mladých. Proto je vhodné ukázat v praxi ověřené možnosti, jak mohou být mobily ve výuce smysluplně využity.

Co se může dělat s mobily ve výuce

Nejprve může být samotným tématem výuky fyziky **technologie mobilního telefonu**. Jedna možná úloha: *Představ si, že právě telefonuješ se svým kamarádem. Co se vlastně přesně děje? Jak se přenáší řeč od tvých úst k uchu tvého kamaráda a zpět? Sestav náčrtek znázorňující způsob přenosu!*

Je zajímavé, jak si mladí tento přenos představují. Často se zpočátku domnívají, že se data přenášejí přímo z mobilu na mobil. V návaznosti na přenos signálu se mohou s výhodou zavést základní technické pojmy a procesy jako elektromagnetické spektrum, analogově-digitální převody anebo modulace. Dalším tématem spojeným s mobilním telefonováním (ale i s používáním wifi nebo bluetooth) je záležitost *elektrosmogu*, tedy působení elektromagnetických polí na lidi. Co způsobuje telefonování mobilem v našem těle? Existuje nebezpečí způsobené tímto zářením? Jak bychom měli smysluplně zacházet s touto technologií? Druhou možností je využití **standardních aplikací**, které jsou k dispozici prakticky u všech mobilů. Tak může být mobil využit jako kalkulačka, digitální kamera nebo jako stopky.

Smartphony značně rozšiřují tyto možnosti, jsou to vlastně minipočítače a univerzální měřicí přístroje, takříkajíc se švýcarskou přesností. Jejich systém senzorů pokryje velkou škálu fyzikálních veličin, například: světlo (kamera), zvuk (mikrofon), zrychlení ve třech směrech, polohu na Zemi (GPS, magnetické pole ve třech rozměrech). S příslušnými aplikacemi může člověk provádět celou řadu zajímavých měření, třeba změření hladiny intenzity zvuku (v decibelech) ve školní budově. Tematický sešit „Fyzika s mobilem a smartphonem“ časopisu Praxis der Naturwissenschaften popisuje některé příklady [1]. Tyto aplikace jsou silně závislé na platformě a na přístroji. Nejsou také obecně k dispozici pro všechny platformy a mohou zdůrazňovat sociální rozdíly: Kdo má modernější, lepší smartphone? Proto v článku nebudou dále tyto možnosti, dostupné jen pro některé přístroje, uváděny.

Proč videa?

Funkce videa je dostupná prakticky na všech mobilech, včetně starších modelů. Ty sice vytvářejí videa s malým rozlišením, což ale s sebou nese výhodu menšího objemu dat. Proto mohou všichni žáci sami natáčet videa, a to i doma.

Podle studie BITCOM [2] z listopadu 2010 je tato funkce jednou z nejhojněji využívaných mezi mladými lidmi. Jsou s ní dobře seznámeni a velmi dobře ji ovládají. Při jejím použití ve vyučování lze každopádně očekávat nárůst motivace pro probírané téma.

S videem se ve výuce fyziky pracovalo již dávno, většinou ale s videokamerou nebo s hotovými profesionálními filmy. Vlastní videa mladých mají přirozeně horší kvalitu, ale: jsou autentická, pocházejí od nich samotných, jsou spojena přímo s jejich vlastním životem a světem. Tím máme šanci přivést jejich svět do fyziky a fyziku do jejich života. Jde zároveň o novou formu vhodnou i pro domácí úkoly.

Další možné téma se týká smysluplného zacházení s mobilními telefony. Mladí se seznamují s možnostmi svého mobilu, učí se cílevědomě natáčet a natočené interpretovat. To se týká především experimentů, kde se pro zachycení jevů zvláště hodí multimediální aspekt videa s obrazem, zvukem a časovým průběhem.

Videa žáků otevírají pro učitele přístup k diagnóze a zpětné vazbě. Podle stavu odborných vědomostí žáků je možné sledovat jejich kreativní nebo jazykové schopnosti. Pro stálou využitelnost videa poskytují výhodu hodnocení a zpětnou vazbu.

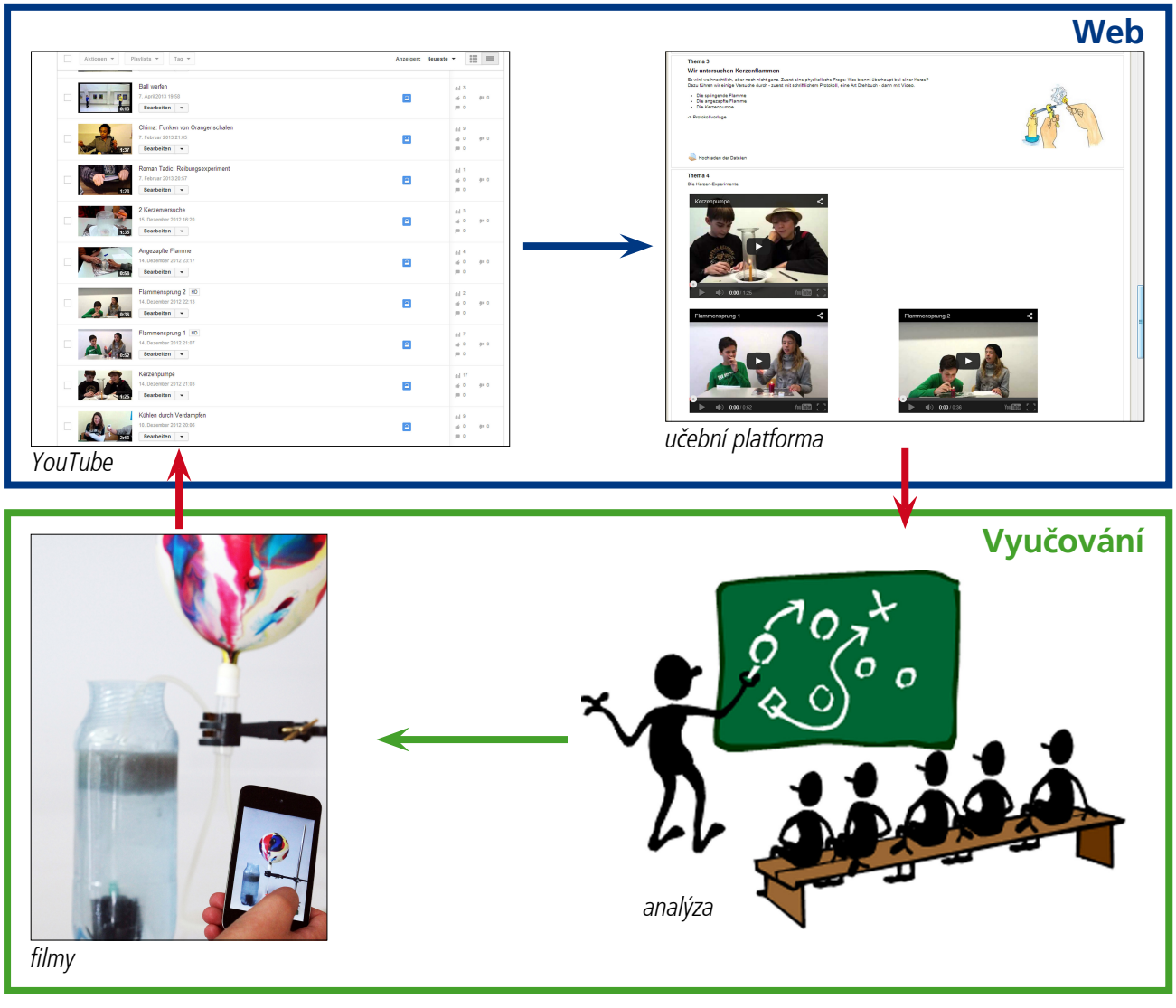
1 *Článek vychází z příspěvku předneseného na konferenci Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6 (Kašperské Hory 2013). Z němčiny přeložil Miroslav Randa.*

2 *gerhard.rath@uni-graz.at*

Vysvětlujeme experimenty

Již v roce 2007 začal *Eduard Schittelkopf* (Pedagogická vysoká škola Steiermark) zařazovat do výuky fyziky v rámci projektu mobile@classroom [3] videa natočená na mobil. Žáci měli na konci hodiny za úkol zaznamenat vlastní experimenty jako video „I did IT“: natáčeli sami sebe při vysvětlování experimentu. Pro tento projekt byly pro celou třídu pořízeny mobily, všichni žáci tedy měli stejný přístroj. Odborná vysoká škola Joanneum Graz připravila elektronické výukové prostředí, na které mohli žáci uložit svá videa.

Tento nápad mne inspiroval. Hned na začátku jsem udělal jednu změnu: nechal jsem žáky používat vlastní mobily. Ovšem s podmínkou, že videa budou dostupná učiteli jak během vyučovací hodiny, tak i po ní. K tomu používám řadu technologií: Bluetooth (přímý přenos mezi mobilem žáka a mobilem nebo počítačem učitele), dropbox nebo e-mail. V mezním případě mají žáci za úkol mi ještě tentýž den doručit svá videa. Tato videa pak nahrávám na můj kanál na YouTube, označuji je jako „neveřejná“, to znamená: nejsou veřejná, nemohou být na YouTube vyhledána. Po přihlášení na Youtube jsou videa v mém kanálu dostupná přes odkazy. Odkazy na všechna videa z jedné třídy vložím do systému Moodle, kam se žáci přihlásí zadáním hesla. Tím jsou videa k dispozici pro příští vyučovací hodinu. Systém Moodle umožňuje kombinaci videí s texty, obrázky a odkazy. Prostřednictvím diskusních fór je rovněž možné, aby žáci svá videa komentovali nebo interpretovali (viz obr. 1).



Obr. 1 – videa z experimentů; zpětná vazba – koloběh (foto: Eduard Schittelkopf)

Tolik technická stránka. Jak ale učitel může ve třídě začít natáčet experimenty? Začínáme jednoduchým žákovským pokusem, již dříve provedeným žáky ve skupinách. V rozhovoru před provedením navrhuji pokus dokumentovat pomocí videa natočeného na mobil (místo písemného protokolu) a zdůvodním to. Důležité je hned první pravidlo: Kdo chce být natočen? Na videu smějí být jen ty osoby, které chtějí být natáčeny. Alternativou může být natočení samotného experimentu a pouze rukou žáků.

V další hodině si prohlédneme první ukázky, které jsou většinou zklamáním. Videa jsou příliš dlouhá, kamera se třese, vysvětlení zanikají v hluku, … Společně probereme, jak by se to dalo vylepšit. Z debaty vyplynou jasná pravidla pro natáčení, která musí být pečlivě dodržována:

- natáčet jen experiment
- použít neutrální pozadí
- zamezit hluku v pozadí
- natáčet krátce a výstižně (cca 1 minutu)
- držet kameru klidně.

Následuje druhý pokus s jiným experimentem. S ohledem na hluk ve třídě je nutné mít pro klidné natáčení k dispozici další prostor (nebo třeba chodbu, přestávkovou halu). Také proto doporučuji jednoduché experimenty se snadno přemístitelným materiálem.

Po druhém pokusu (se zpětnou vazbou) vycházejí najevo další možnosti zlepšení. Žáci většinou sami uznají, že pro efektivní objasnění pokusu se neobejdou bez scénáře. Již během experimentu sepisují nejdůležitější věty a zkoušejí bez kamery. Důležitá je rovněž vzorová osnova:

1. Pojmenovat experiment. O co v něm jde? Co je jeho cílem?
2. Ukázat uspořádání. Co je vidět?
3. Provést experiment.
4. Vysvětlit experiment, zodpovědět, co bylo cílem experimentu.

Místo funkce zoom přijdeme jednoduše s mobilem blíže k experimentu, nebo naopak držíme pomůcky blízko u mobilu. Vhodné jsou také krátké texty (např. vzorec, jména členů skupiny) napsané velkým písmem na list papíru, který se podrží v zorném poli mobilu, případně na tabuli. Příklad takového postupu ukazuje kurz „Experimenty k učivu termiky“ `http://www4.edumoodle.at/physiklernen/course/view.php?id=89` (volný přístup pro hosty) třídy 3. C Spolkového reálného gymnázia Kepler v Grazu.[3] Ukazuje, jak se rozvíjejí kompetence studentů. Podrobnější informace k natáčení experimentů se nacházejí v článku Mobile@classroom [4].

Videoanalýza 1: Vektory rychlosti (nižší gymnázium)

Mnichovský koncept mechaniky čelí během počáteční výuky mechaniky obtížím při učení, pokud se soustředíme na dvoudimenzionální pohyby, tedy například pohyby vrženého míče [5]. Rychlost se od začátku zavádí jako šipka; změna směru nebo velikosti rychlosti je způsobena silou. V tomto konceptu hraje videoanalýza významnou roli, neboť videa nabízejí známý časový rozklad. Vidíme tak pohyb krok za krokem a můžeme zakreslit rychlosti jako šipky.



Obr. 2 – stopa míče

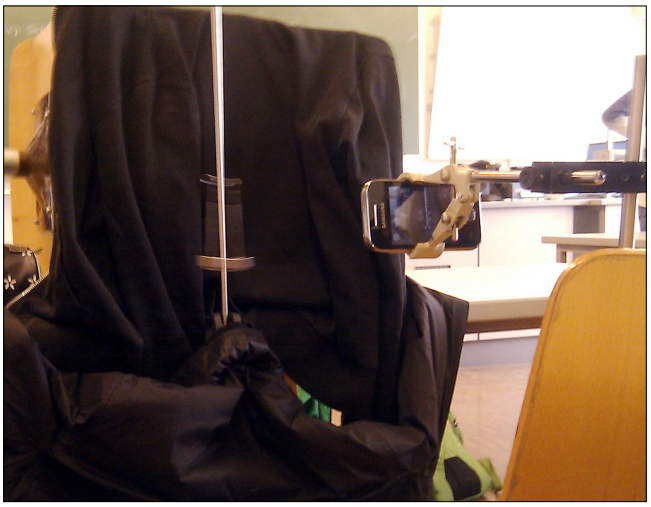
Není rozumné začínat při videoanalýze hned s vlastním videem. Základní myšlenku lze lépe ukázat ruční analýzou stop na snímcích, tedy

3 *pozn. redakce: Kurz je k dispozici pouze v německém jazyce.*

s jednotlivými snímky z videa, kde je pohybující se předmět zobrazen po stejných časových intervalech (obr. 2). Předmětem učení musí být rovněž obsluha programu na videoanalýzu, nejlépe s předloženým videem, na němž se technika může nacvičit. Já používám program EVA, který je přílohou publikace Michaela Suledera [6], existují ale i volně šiřitelné programy na internetu, např. Tracker [7].

Následně může dojít k natáčení vlastních videí. To vyžaduje některá doplňující pravidla:

- Musí být zachycen celý pohyb.
- Mobil musí být fixován, nesmí se použít zoom.
- Rovina mobilu musí být rovnoběžná s rovinou pohybu.
- V rovině pohybu se musí nacházet nějaké viditelné měřítko.



Obr. 3 – natáčení pohybu kyvadla

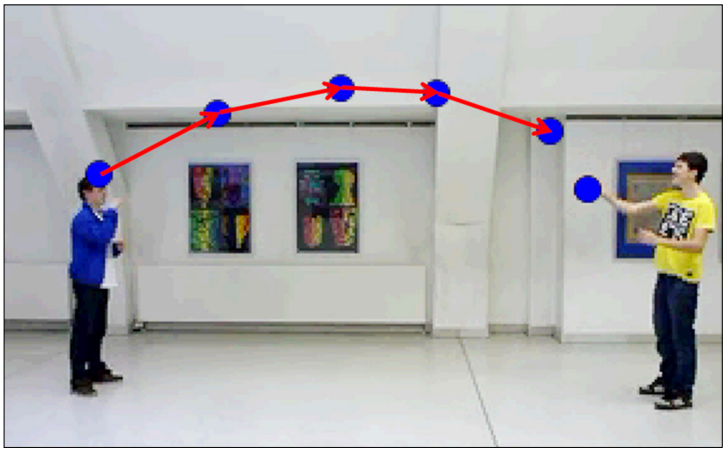
Když se natáčejí vlastní videa, musí být konvertována do vhodného formátu (např. na soubory typu .avi), což se provádí nejlépe hromadně. Zda jsou videa analyzována (vyznačení šipek, měření, …) v elektronické nebo textové podobě, závisí na schopnostech studentů v oblasti informačních technologií.

Analýza: Nejprve jsou spojeny šipkami pozice míče po stejných časových intervalech (v obr. 4 je časový interval roven jedné šestině sekundy).

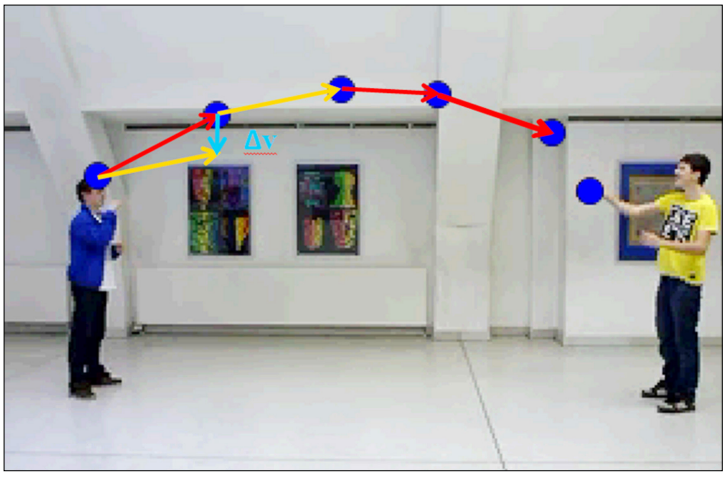
Ve které poloze se pohybuje míč nejrychleji, kdy nejpomaleji? Jak se mění jeho rychlost? Jak velká je?

Ze znalosti měřítka (například známá výška velikost studenta) lze určit skutečné délky šipek, a tím určit rychlost míče v jednotlivých intervalech.

Pomocí jednoduché konstrukce (posunutí žluté šipky) určíme změnu rychlosti, která udává také směr zrychlení a síly. To je předstupněm k práci s vektory, o které zde ale nechci psát.



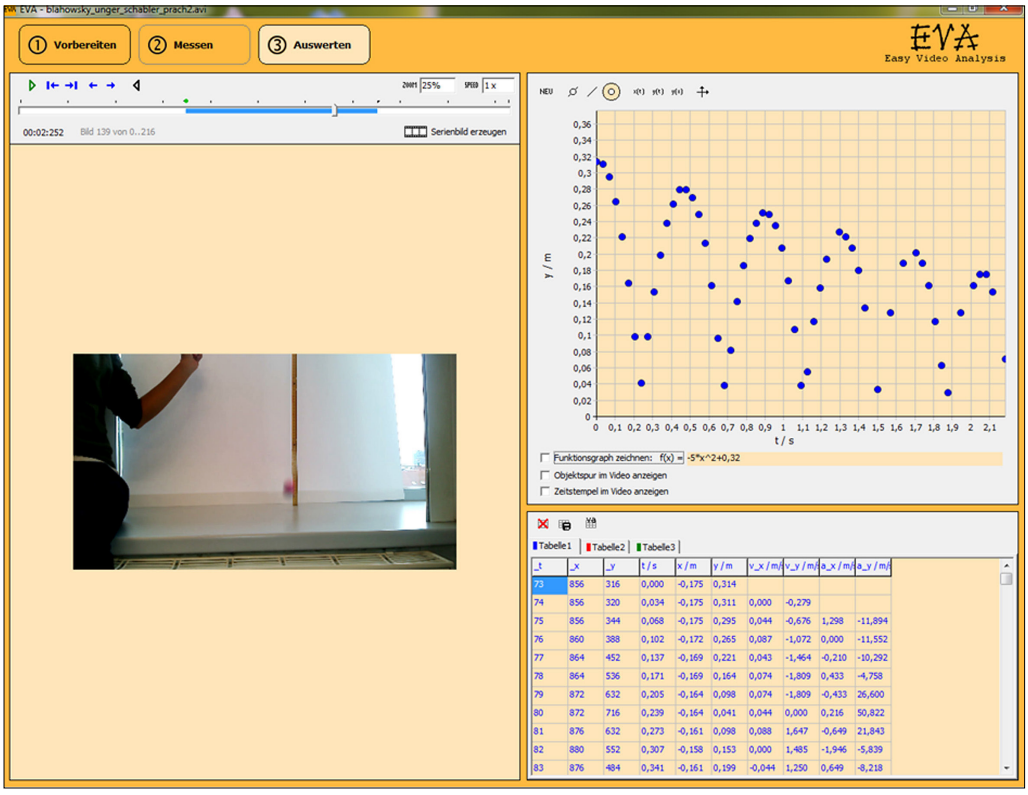
Obr. 4 – šipky rychlosti (šipky znázorňují vektory středních rychlostí v daných intervalech)



Obr. 5 – změna rychlosti

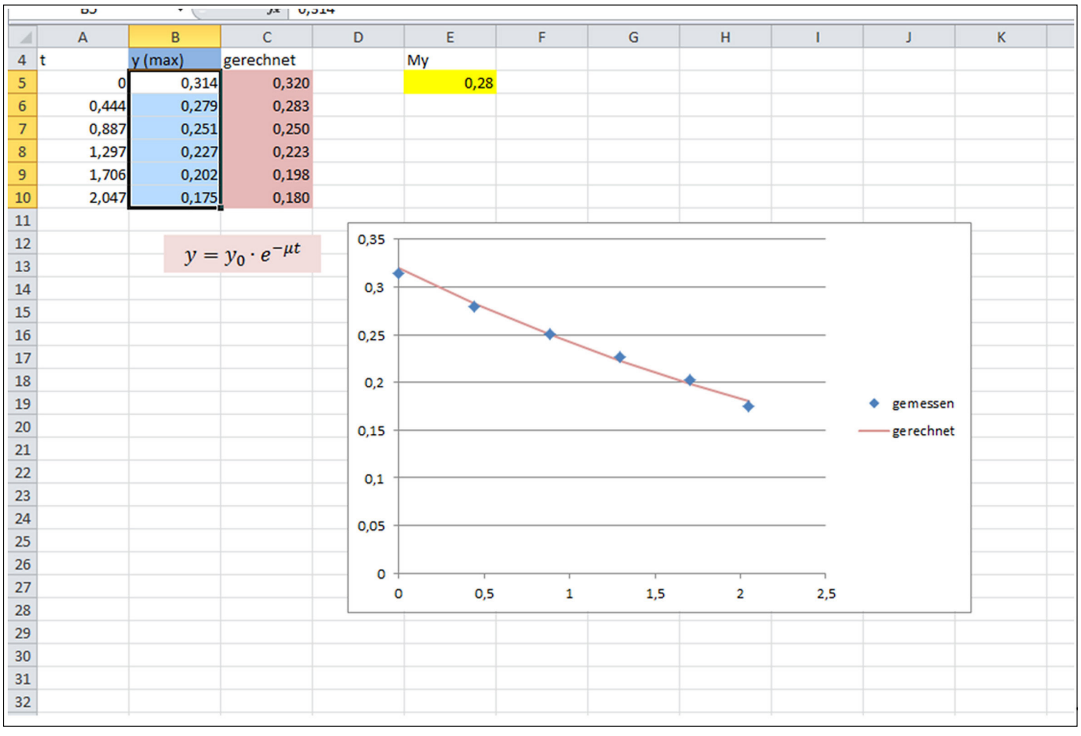
Videoanalýza 2: Modelování pohybů (vyšší stupeň gymnázia)

Data času a místa, která získáme z videa, umožňují sestavení pohybových diagramů. Pro skákající gumový míč je zobrazuje obr. 6:



Obr. 6 – videoanalýza pohybu skákajícího gumového míče

Data můžeme exportovat a dále zpracovávat v tabulkovém procesoru. Na obr. 7 je znázorněn model úbytku výšky, do které míč vyskočil.



Obr. 7 – porovnání vypočtených a naměřených hodnot

Touto ukázkou videoanalýzy jsme si krok za krokem vyzkoušeli typický vědecký postup. Získali jsme data, ta jsme pak na počítači porovnali s matematickým modelem. Je-li procesem běžný pohyb, který se odehrává každý den, a data se získají pomocí mobilu, byl svět studentů úspěšně zahrnut do výuky fyziky.

Přitom se ale zároveň ukazují hranice této metody. Četnost pořizování jednotlivých snímků (většinou 30 snímků za sekundu) nebude dostačovat již při obyčejném volném pádu, jednotlivé snímky budou rozmazané a rozostřené. Na vině je zejména automaticky volená expoziční doba. Tento nedostatek lze eliminovat lepším osvětlením experimentu. Na druhou stranu se nabízí analýza chyb, což je další z důležitých vědeckých postupů.

Výhled

Již samotná funkce videa v mobilním telefonu nabízí pro výuku fyziky celou řadu možností. S dalším rozšířením smartphonů a tabletů se stane videoanalýza jednodušší, protože ji pak bude možné provádět přímo v zařízení ve formě odpovídajících aplikací bez připojení k počítači [8]. Poté se stane smartphone všestranně zajímavým i jako univerzální měřicí přístroj. Muselo by se ale empirickým zkoumáním doložit, do jaké míry se odrazí motivace a zahrnutí běžného života v efektivnosti učení studentů.

Literatura

[1] Physik mit Handy und Smartphone. *Praxis der Naturwissenschaften Physik.* 2011, 7(60).

[2] *BITKOM. Jugend 2.0. Eine repräsentative Untersuchung zum Internetverhalten von 10- bis 18-jährigen* [online]. Berlin 2011 [cit. 21. 5. 2013]. Dostupné z: http://www.bitkom.org/de/publikationen/38338_66711.aspx

[3] *Projekt mobile@classroom* [online]. 2007 [cit. 21. 5. 2013]. Dostupné z: http://virtuelleschule.bmukk.gv.at/projekte-national/ikt-projekte-visat/mobile-classroom/.

[4] RATH, Gerhard, SCHITTELKOPF, Eduard. Mobile@classroom. Handyclips im Physikunterricht. *Praxis der Naturwissenschaften Physik*. 2011, **7**(60), 12.

[5] *Münchener Mechanik Konzept* [online]. [cit. 21. 5. 2013]. Dostupné z: http://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/archiv/inhalt_materialien/mechanikkonzept/index.html.

[6] SULEDER, Michael. *Videoanalyse und Physikunterricht.* Köln: Aulis-Verlag, 2010.

[7] *Tracker* [online]. [cit. 21. 5. 2013]. Dostupné z: http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/.

[8] *Video Physics for iPad, iPhone and iPod touch* [online]. [cit. 21. 5. 2013]. Dostupné z: http://www.vernier.com/products/software/video-physics/.

Kdy vládl Chammurapi aneb význam fyziky při datování starověkého Blízkého východu

Jiří Kohout[1], Department of Engineering Physics, École Polytechnique de Montréal, Quebec, Canada

Článek je věnován významu fyziky (konkrétně astronomie a radiokarbonové metody) pro datování starověkého Blízkého východu. Je zdůrazněn význam zatmění Slunce pozorovaného v Ninive v roce 763 pro určení datování 1. tisíciletí před naším letopočtem (př. n. l.). Jsou rovněž prezentovány různé interpretace tabulek Ammi-Sadukových pozorování Venuše vedoucí k různým datováním pro první polovinu 2. tisíciletí př. n. l. V závěrečné části příspěvku jsou ilustrována a stručně diskutována omezení radiokarbonové metody při stanovování správného datování.

Úvod

Otázka uvedená v názvu tohoto příspěvku na první pohled nepůsobí příliš zajímavě a ani není patrné, jak by měla souviset s fyzikou. Pokud chci vědět, kdy vládl babylonský král a autor slavného zákoníku Chammurapi, stačí se podívat do učebnice dějepisu [1], nebo třeba na českou Wikipedii [2] a dovím se, že jeho vláda spadá do let 1792–1750 před naším letopočtem (př. n. l.). Tak jsem se to učil před lety ve škole a zdánlivě není důvod si myslet, že by to mělo být jinak. Pokud se však podívám třeba na anglickou Wikipedii [3] (zde musím ovšem hledat pod heslem Hammurabi), překvapivě zjistím, že jsou u doby vlády tohoto krále uvedeny údaje dva – vedle již zmíněného 1792–1750 př. n. l. ještě 1728–1686 př. n. l. Někdo by mohl toto překvapivé zjištění přisoudit nespolehlivosti Wikipedie jako informačního zdroje a dále se jím nezabývat. Ukazuje se však, že uvedení více možností zcela odpovídá současnému stavu výzkumu v této oblasti a je (s patřičným komentářem) dokonce mnohem korektnější, než uvádění jediného časového rozpětí, které by mělo být bráno jako nezpochybnitelný fakt. Proč tomu tak vlastně je a jak to celé souvisí s fyzikou?



Obr. 1 – starobabylónský král Chammurapi modlící se k bohu slunce a spravedlnosti Šamašovi, jenž mu diktuje proslulý zákoník

Zatmění Slunce v roce 763 př. n. l.

Při diskuzi o tomto tématu si je samozřejmě nutné položit otázku, jak je vlastně období vlády Chammurapiho (či jiných panovníků v témže období a téže oblasti) určováno. Obecně je možné při datování využít celou řadu metod, z nichž některé podrobněji rozebereme v další části tohoto článku. Ideální samozřejmě je, když mají badatelé dostatečně spolehlivé písemné prameny (kroniky, seznamy králů apod.), které jim umožňují odpočítávat roky od nějaké události, o jejímž datování nemůže být pochyb (například proto, že došlo k nějaké nezaměnitelné události opakující se pouze jednou za velmi dlouhou dobu). U chronologie Blízkého východu v 1. tisíciletí před naším letopočtem takový pevný bod skutečně existuje. Jedná se o zatmění Slunce, k němuž došlo 15. června 763 př. n. l. Toto zatmění bylo popsáno na tabulce objevené ve starověkém městě Ninive a historici jej na základě řady dalších důkazů akceptují jako skutečně spolehlivou informaci umožňující provádět datování.

Vedle informace o zatmění mají historici k dispozici spolehlivé seznamy asyrských králů, kde je zaznamenáno pořadí panovníků a doba jejich vlády. Tyto seznamy umožňují bez problému stanovit dobu vlády jednotlivých panovníků až do 12. století př. n. l. Rovněž je možné provést synchronizaci událostí v Asýrii s událostmi v Babylonii a jiných tehdejších místech Blízkého východu a určit tak i dobu vlády panovníků mimo

1 *jiri.kohout@polymtl.ca*

samotnou Asyrskou říši. Zhruba do 12. století př. n. l. se tedy zdá být vše v pořádku. Pak však nastává zásadní problém. Seznamy králů již dále nejsou příliš spolehlivé či dokonce vůbec nepokračují. Není zde samozřejmě možné (a vzhledem k zaměření tohoto článku to není ani podstatné) diskutovat příčiny tohoto stavu a události, k nimž došlo na Blízkém východě kolem poloviny 2. tisíciletí př. n. l. Důležité však je, že datování metodou „odpočítávání od roku 763 př. n. l." již není možné a pro určení data dřívějších událostí je třeba najít nějaký další pevný bod.

Ammi-Sadukova pozorování Venuše

A opět se dostává ke slovu astronomie. Mezi tisíci destiček s nejrůznějšími texty objevenými v Babylonii se podařilo najít rovněž destičku se záznamy z pozorování planety Venuše, jež byla realizována za vlády předposledního krále babylonské 1. dynastie Ammi-Saduky. Na tuto destičku bylo po dobu 21 let zaznamenáno, kdy se Venuše v daném roce poprvé objevila nad východním horizontem před východem Slunce (tzv. *heliacal rising*) a to, kdy byla vidět naposledy po západu Slunce. Pokud by se z těchto údajů podařilo jednoznačně stanovit, ve kterém roce pozorování Venuše započala, byla by situace zachráněna. Pro uvedené období jsou totiž již opět k dispozici podle všeho spolehlivé seznamy babylonských králů, které by umožnily metodou odpočítávání určit datování na dalších mnoho set let dozadu (samozřejmě za předpokladu, že příslušná pozorování Venuše byla učiněna skutečně za krále Ammi-Saduky a není zde nějaká další, dosud nezjištěná, zrada). Díky tomu by bylo rovněž možné jednoznačně stanovit dobu vlády krále Chammurapiho. Problém však je v tom, že pozorované východy a západy Venuše není možné (na rozdíl od výše diskutovaného zatmění Slunce) jednoznačně přiřadit ke konkrétnímu roku. Díky určité periodicitě pohybu Venuše je však možné řadu možností vyloučit. Podrobné zkoumání berouci do úvahy celou řadu faktorů pak ukazuje (podrobnosti například v [4]), že 1. rok vlády Ammi-Saduky mohl být v letech 1701, 1645, 1581, 1549 či 1517 př. n. l. (všimněte si, že jednotlivé údaje mezi sebou mají vždy rozestup odpovídající nějakému násobku čísla 8). Dřívější či pozdější možnosti nejsou zpravidla připouštěny, protože by byly v rozporu s dalšími (už nikoliv astronomickými) poznatky z této oblasti. V závislosti na tom, který z uvedených letopočtů je ten správný, se pochopitelně posouvá rovněž doba vlády krále Chammurapiho stejně jako další významné historické události. Některé z nich jsou uvedeny pro jednotlivá datování (chronologie) v tab. 1.

Chronologie	Dlouhá	Střední	Krátká	Ultra-krátká	Super-krátká
Vláda Chammurapiho	1848–1806	1792–1750	1728–1686	1696–1654	1664–1622
První rok vlády Ammi-Saduky	1701	1645	1581	1549	1517
Dobytí Babylonu Chetity	1651	1595	1531	1499	1467

Tab. 1 – významné historické události podle různých datování; pozn.: všechny letopočty jsou před naším letopočtem

O tom, která z uvedených možností je ta správná, se v posledních desetiletích vedou značné spory, jež se mnohdy neobjedou ani bez hrubých urážek mezi ctihodnými historiky a archeology. Každá z chronologií má své zastánce, a ačkoliv se v některých obdobích přiklání většina odborné veřejnosti k té či oné možnosti, jednoznačnou a trvalou podporu si, alespoň zatím, nezískala žádná z nich. V polovině 20. století byla velmi populární krátká chronologie (důkazem je například vynikající kniha o archeologii Bohové, hroby a učenci [5] napsaná C.W.Ceramem v roce 1949, užívající právě tuto chronologii), ve 2. polovině převažovala v současných českých učebnicích uváděná chronologie střední a v současné době se řada odborníků přiklání zpět ke chrono-

logii krátké. Ale i zbylé možnosti mají své přesvědčené stoupence, kteří v odborných časopisech přinášejí další a další argumenty ve prospěch té své teorie.

Přirozená otázka je, zda jsou tabulky pozorování Venuše z doby vlády Ammi-Saduky skutečně jediným astronomickým poznatkem, který lze využít při datování příslušného období. Nenašla by se mezi spoustou materiálu objeveného v Babylonii a přilehlých oblastech nějaká zmínka například o zatmění Slunce a Měsíce, která by umožnila získat jistější informace, než je pozorování Venuše? Skutečně se podařilo objevit dokumenty popisující zatmění v Uru (zhruba 400 let před pozorováním Venuše) a v Akkadu (ještě dalších téměř 300 let před zatměním v Uru). Bohužel se tato zatmění i vzhledem k jejich poněkud matoucímu popisu v příslušných tabulkách (viz [4]) nepodařilo jednoznačně přiřadit ke konkrétnímu roku, a tak v současné době hrají roli „pouze“ dalších argumentů, jež zastánci různých chronologií interpretují zcela protichůdným způsobem. Je mimo možnosti tohoto textu (a i mimo schopnosti jeho autora) analyzovat a hodnotit na první pohled zpravidla velmi přesvědčivou argumentaci různých autorů podporujících jednotlivé teorie. Omezme se proto na konstatování, že debata na toto téma stále probíhá a podívejme se na to, jakým způsobem k ní může přispět dobře známá radiokarbonová metoda.

Radiokarbonová metoda a její omezení

Zatím jsme se bavili pouze o využití astronomických poznatků při datování. Nemohla by však být fyzika v daném tématu užitečná i jiným způsobem? Již od konce 40. let 20. století je přeci k dispozici radiokarbonová metoda využívající rozpad izotopu uhlíku ^{14}C, který se rozpadá β-rozpadem na dusík ^{14}N za emitování elektronu a antineutrina. Poločas rozpadu je v tomto případě $T = 5\,730$ let. Izotop ^{14}C vzniká srážkami rychlých neutronů (vytvořených při kolizích kosmického záření v atmosféře) s dusíkem podle rovnice $^{14}\mathrm{N} + n \rightarrow {}^{14}\mathrm{C} + p$. Během života jakéhokoliv organismu se v něm udržuje stabilní hladina tohoto izotopu daná jeho zastoupením v atmosféře (tj. existuje rovnováha mezi rozpadem a absorpcí z okolního prostředí). Jakmile však organismus odumře, přestane absorbovat tento izotop, a jeho koncentrace se tudíž začne snižovat. V důsledku toho začne klesat i aktivita zářiče A (ta je totiž dána součinem rozpadové konstanty λ a počtu atomů ve vzorku N), přičemž tento pokles lze v závislosti na čase t popsat v souladu s rozpadovým zákonem vztahem

$$A = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T} \cdot t}.$$

Při známé počáteční aktivitě A_0 (v okamžiku odumření) a poločasu rozpadu T pak je možné z naměřené aktuální aktivity A_a stanovit dobu τ uplynulou od odumření organismu (tj. stáří vzorku) pomocí vztahu

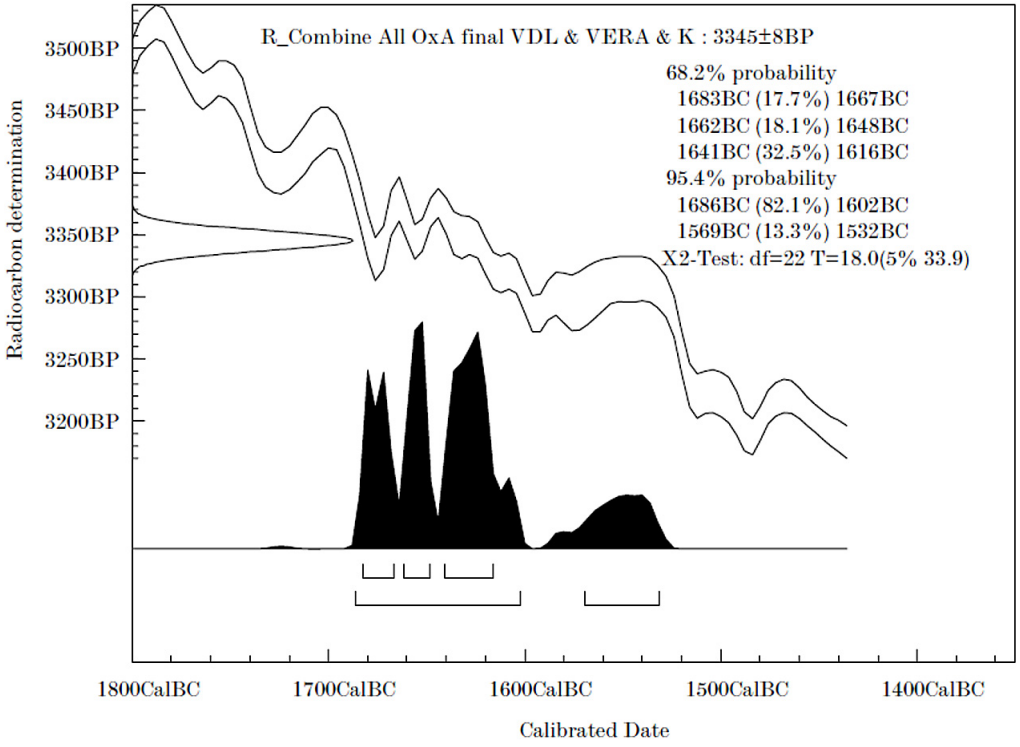
$$\tau = \frac{\ln \frac{A_0}{A_a}}{\ln 2} \cdot T.$$

Radiokarbonová metoda byla v historii a archeologii využita mnohokrát a mnohdy s velmi uspokojivými výsledky. Její podrobný popis a vybrané historicko-archeologické aplikace jsou populárně naučnou formou podány například v [6]. Odborníci zabývající se datováním Blízkého východu na tuto metodu samozřejmě nezapomněli a jí získané poznatky občas uplatňují jako podpůrné argumenty pro tu či onu teorii. Jednoznačnou odpověď na to, která chronologie je ta správná, však zatím radiokarbonová metoda dát nedokázala. Důvodů pro to je hned několik, zde se však zaměříme především na jeden, jenž pravděpodobně hraje nejvýznamnější roli.

Autor radiokarbonové metody Willard Libby se původně domníval, že obsah izotopu ^{14}C v atmosféře je dlouhodobě neměnný. Stačí tudíž znát, jaká je aktivita odpovídající danému živému vzorku v současné době, a pak změřit aktivitu studovaného vzorku. Pomocí rozpadového zákona pak můžeme rovnou stanovit stáří vzorku (přesněji dobu, která uplynula od okamžiku, kdy vzorek přestal přijímat izotop ^{14}C z atmosféry). Vzhledem k velmi malým aktivitám záření při stanovení stáří samozřejmě nastává určitá chyba, ale principiálně zde není problém.

Postupem času se však ukázalo, že radiokarbonová metoda užitá za uvedeného předpokladu neměnnosti obsahu izotopu ^{14}C vede k výrazně chybným výsledkům. Příčinou je to, že koncentrace izotopu ^{14}C se bohužel v čase mění. Nejdramatičtější změny proběhly na počátku 60. let 20. století v souvislosti s testováním jaderných zbraní, ale k nezanedbatelným fluktuacím souvisejícím například se změnami magnetického pole Země (viz např. [6]) docházelo i v mnohem dřívější minulosti. Bylo tudíž nutné provést kalibraci na základě srovnání radiokarbonové metody s jinými metodami datování (typicky dendrochronologií – určováním stáří na základě letokruhů). Během let se skutečně podařilo získat kalibrační křivku umožňující převádět stáří určené radiokarbonovou metodou (to je laboratořemi uváděno typicky pomocí písmen BP a udává stáří počítané od roku 1950) na stáří skutečné a to až do doby před zhruba 9 000 lety. Fundamentální problém spočívá v tom, že kalibrační křivka není vždy monotónní funkcí. Může se tak docela dobře stát, že jedna hodnota určená radiokarbonovou metodou odpovídá více různým skutečným hodnotám.

Uveďme konkrétní příklad. Na obrázku převzatém z [7] je popsáno určování stáří vzorku nalezeného v obci Akrotiri na ostrově Théra (území dnešního Řecka). Tento vzorek přitom pochází zhruba z období, jímž se zde zabýváme. Samotná radiokarbonová metoda vedla k určení věku 3345 BP (což by bez provedení kalibrace odpovídalo roku 1395 př. n. l.). Směrodatná odchylka byla pouhých 8 let (to je samo o sobě výborný výsledek, zpravidla bývá tato odchylka větší) a rozložení chyb se předpokládá podle Gaussovy křivky. Díky tomu by v případě bez nutnosti kalibrace bylo možné určit věk vzorku s přesností plus minus 16 let (dvě směrodatné odchylky) s pravděpodobností více než 95 %. Taková přesnost (na více než 95 % by vzorek pocházel z období 1411–1379 př. n. l.) by byla velmi dobrá a u vzorků z Blízkého východu by mohla velmi výrazně napomoci k rozhodnutí o tom, která chronologie je ta pravá.



Obr. 2 – ilustrace datování vzorku pomocí radiokarbonové metody s uvážením kalibrace, (převzato z [7])

Podívejme se však, co s výsledky udělala nezbytně nutná kalibrace. Vzhledem k nemonotónnosti kalibrační křivky (ve skutečnosti má i tato křivka určitou chybu, a proto jsou na obrázku hned dvě kalibrační křivky odpovídající příslušné horní a dolní mezi) se dostáváme do situace, kdy vzorek s pravděpodobností 82 %

pochází z období 1686–1602 př. n. l., ovšem s pravděpodobností více než 13 % také může pocházet z období 1569–1532 př. n. l. Rozpětí, které musíme zahrnout, abychom dostali zpravidla uvažovanou 95% pravděpodobnost, je tak najednou delší než 150 let (od 1686 př. n. l. do 1532 př. n. l.)! Rozdíl mezi dlouhou a super-krátkou chronologií (viz Tabulka 1) však není o mnoho větší, když činí 184 let.

Ačkoliv je uvedený příklad pouze ilustrativní a pro jeho úplné pochopení jsou nutné jisté znalosti z matematické statistiky, dává nám poměrně přesnou představu o tom, proč radiokarbonová metoda ve své současné podobě nedokáže dát jasnou odpověď na to, která z uvažovaných chronologií je ta správná. Je do jisté míry smůla, že zrovna v uvažovaném období je kalibrační křivka výrazně nemonotónní a tudíž chyba této metody podstatně narůstá. Můžeme však doufat, že s dalším rozvojem radiokarbonové metody a zvyšováním její přesnosti se podaří získat data, která umožní přinejmenším omezit počet možností, jež by při datování 1. poloviny 2. tisíciletí na Blízkém východě přicházely do úvahy.

Závěr

Cílem tohoto článku je ukázat, jak může být fyzika důležitá a užitečná i v disciplínách jako je historie či archeologie. Je však vidět, že při jejím využití musíme vnímat i problémy související například s (ne)přesností dané metody. Zároveň se snažím poukázat na to, že některé události v historii mohou být podstatně méně jednoznačné, než by se někdy mohlo zdát z hodin dějepisu na středních a základních školách. Určitě neaspiruji na to podat ucelený přehled o nesmírně komplikovaném a stále hojně diskutovaném datování událostí na Blízkém východě v 1. polovině 2. tisíciletí před naším letopočtem. Pro jednoduchost jsem dokonce úplně vypustil například informace o problematice související s kalendáři užívanými v tomto období, jež jsou pro správnou interpretaci astronomických poznatků velmi důležité a vydaly by přinejmenším na další samostatný článek. I tak věřím, že tento příspěvek může být pro učitele inspirující z hlediska rozvíjení fyzikálního myšlení studentů i mezipředmětových souvislostí.

Seznam literatury

[1] POPELKA, Miroslav, VÁLKOVÁ, Veronika. *Dějepis 1 pro gymnázia a střední* školy*: pravěk a starověk.* 1. vyd. Praha: SPN, 2004. ISBN 80-7235-145-1

[2] http://cs.wikipedia.org/wiki/Chammurapi [online] [cit. 2014-07-09].

[3] http://en.wikipedia.org/wiki/Hammurabi [online] [cit. 2014-07-09].

[4] HUBER, Peter. *Astronomy and Ancient Chronology.* In Akkadica 119-120 (2000), pp. 159-176. ISSN 1378-5087

[5] CERAM, C.W. *Bohové, hroby a učenci*. Praha: Beta books, 1994. (přeloženo z originálu Götter, Gräber und Gelehrte, 1949). ISBN: 80-901703-4-X.

[6] KUPKA, Jan. *Příklady využití radiouhlíkové metody*. Bakalářská práce obhájená na FPE ZČU v roce 2009.

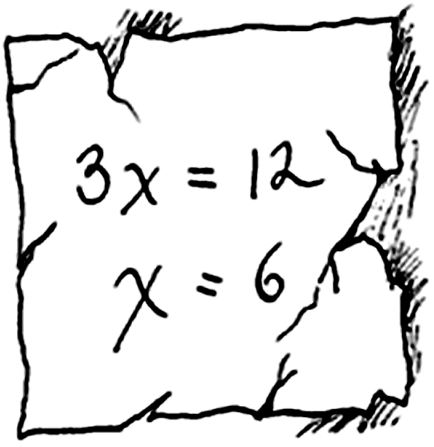
[7] MANNING, Sturt. *Clarifying the high v. low Aegean/Cypriot chronology for the mid second millennium BC: Assessing the evidence, interpretative frameworks, and current state of the debate.* In Bietak, M; Czerny, E. The Synchronisation of Civilisations in the Eastern Mediterranean in the Second Millennium B.C. III. Proceedings of the SCIEM 2000 – 2nd EuroConference, Vienna 28th of May – 1st of June 2003. Vienna, Austria. pp. 101–137. ISBN: 978-3-7001-3527-2.

Fyzikální vtípky

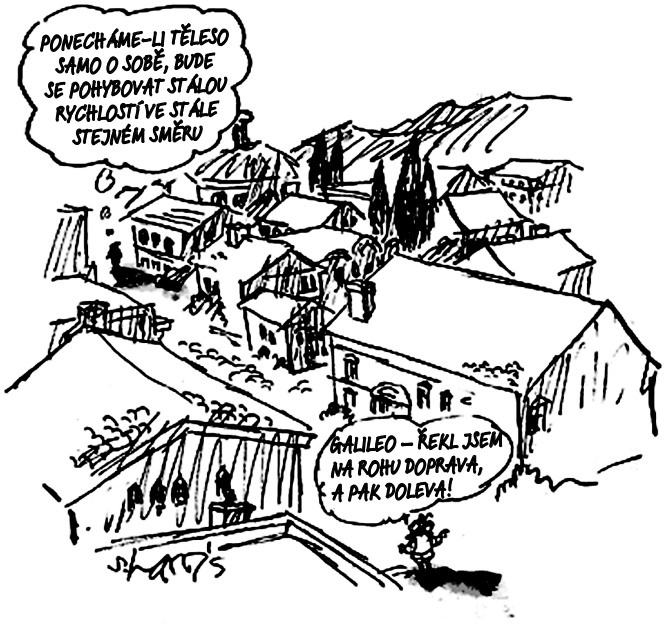
Z internetových zdrojů vybral Václav Kohout[1]



„Částice, částice, samé částice.“









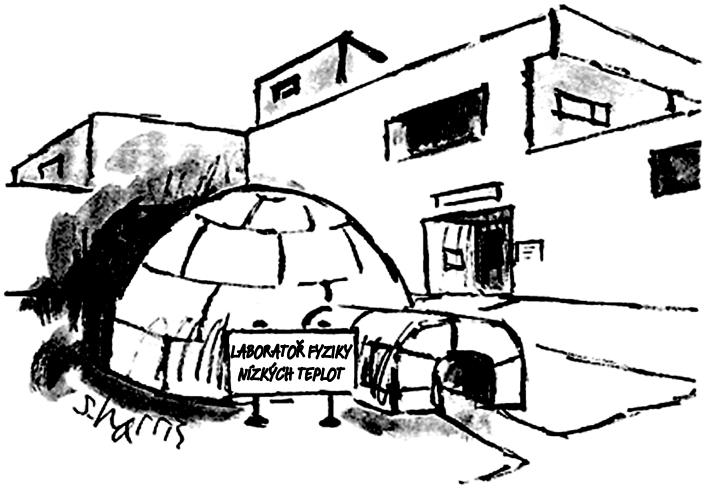
„Oba máte něco společného. Dr. Davis objevil částici, kterou nikdo neviděl, a prof. Higbe objevil galaxii, kterou nikdo neviděl.“

1 kohout@fraus.cz



**„Víš, proč nenávidím tohle místo?
Je tu těžká voda.“**





EINSTEIN ZJEDNODUŠENÝ







„Rád poslouchám osamělé kvílení vlakové píšťaly, jehož frekvence se mění v důsledku Dopplerova jevu“



„Kvarky. Neutrina. Mezony. Všechny tyhle zatracené částice nejsou vidět. Proto já piju. Teď už je vidím!“



„Ale copak to nechápeš, Gershone? Pokud je částice příliš malá a má příliš krátkou dobu života, aby byla detekována, nemůžeme jen tak věřit, žes ji objevil.“



„Jsem fyzik. Pracuji v laboratoři. Zamiloval jsem se do jedné fyzičky ze stejné laboratoře. Ukázalo se, že jde o hologram.

Zdroj: `http://www.sciencecartoonsplus.com`

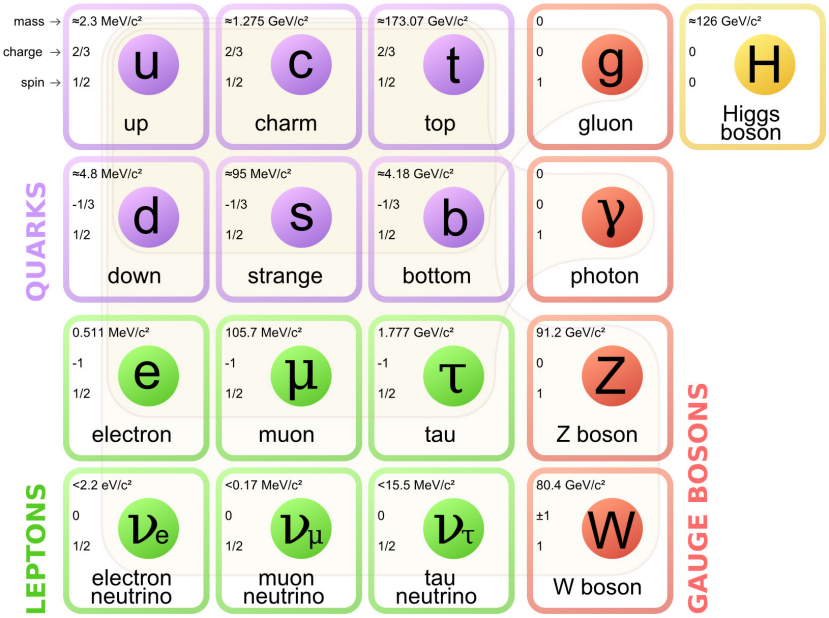
CERN oslavuje 60 rokov svojho založenia

Marek Bombara[1], Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach

Skratka CERN znamená „Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire" (Európsky výbor pre jadrový výskum). Pôvodne išlo o výbor vytvorený v roku 1952 za účelom založenia svetovej fyzikálnej organizácie v Európe. Výsledkom práce výboru bolo založenie laboratória s rovnomenným názvom v blízkosti Ženevy 29. septembra 1954. Výskumné laboratórium CERN slávi v tomto roku 60-te výročie založenia. Okrúhle výročia nám ponúkajú príležitosť na bilancovanie. V tomto článku sa pokúsime uviesť najdôležitejšie míľniky v histórii laboratória (pôjde o subjektívny výber), ktoré prispeli k základnému fyzikálnemu výskumu, alebo z ktorých má ľudská spoločnosť priamy úžitok.

Základný fyzikálny výskum v CERN

Aby sme vedeli oceniť prínos laboratória k svetovej vede, pripomeňme si v krátkosti základné pojmy z fyziky mikrosveta. Z učebníc fyziky vieme, že hmota okolo nás sa skladá z atómov. Vezmime si najjednoduchší atóm – atóm vodíka: ten sa skladá z jedného elektrónu (atómový obal) a jedného protónu (atómové jadro). O štruktúre elektrónu nevieme nič, na základe dnešných experimentov sa nám javí ako bezštruktúrny, resp. elementárny. O protóne však na základe experimentov vieme, že má vnútornú štruktúru a skladá sa z tzv. kvarkov. Elektrón zase patrí do skupiny tzv. leptónov. Kvarky a leptóny sú v dnešnej dobe považované za naozaj bezštruktúrne alebo naozaj elementárne častice.



Tab. 1 – tabuľka elementárnych častíc; zdroj: http://en.wikipedia.org/wiki/Elementary_particle

V tabuľke 1 vidíme prehľad častíc, ktoré v súčasnej dobe považujeme za elementárne. Fialovou farbou sú zobrazené kvarky – tie sú charakteristické tým, že sú nosičmi nábojov všetkých troch interakcií, ktoré vieme popísať vo svete elementárnych častíc: silnej (drží pokope atómové jadro), elektromagnetickej (vďaka nej existujú atómy a molekuly) a slabej (zodpovedná za istý typ rádioaktívneho rozpadu). Častice označené zelenou farbou sú leptóny, tie sa líšia od kvarkov tým, že nedokážu interagovať prostredníctvom silnej interakcie. Kvarky a leptóny sa niekedy označujú ako „častice hmoty". V červenom stĺpci máme tzv. prenášače interakcií. Sú to častice, ktoré sprostredkúvajú interakciu medzi časticami hmoty. V žltom štvorčeku je novoobjavený Higgsov bozón, ktorý sprostredkúva interakciu inak ako prenášače (preto je označený inou farbou).

1 *marek.bombara@upjs.sk*

Časticová fyzika

Elementárne častice popísané v tabuľke 1 sú najmenšie čiastočky hmoty, aké v súčasnosti poznáme. Prístroje, ktoré skúmajú najmenšie čiastočky sa nazývajú urýchľovače. V procese urýchľovania získavajú častice (zvyčajne protóny, elektróny alebo atómové jadrá) obrovskú kinetickú energiu, ktorá sa neskôr v zrážkach s ďalšími podobnými časticami môže využiť na tvorbu nových elementárnych častíc. V CERN-e je urýchľovačov hneď niekoľko a každý sa spája s určitým fyzikálnym programom.

PS

Prvých 30 rokov sa v CERN-e nieslo v znamení budovania infraštruktúry a časticovej fyziky na urýchľovači PS (Proton Synchrotron) a neskôr aj SPS (Super Proton Synchrotron). Za zmienku stoja dva zaujímavé objavy spojené s urýchľovačom PS: objav prvého antijadra (antideutérium) v roku 1963 a pozorovanie tzv. neutrálnych prúdov (interakcie prenášané Z^0 bozónom) v roku 1973. Za teoretický príspevok k elektroslabej interakcii, s ktorou neutrálne prúdy hlboko súvisia, dostal Nobelovu cenu M. Veltman, ktorý svoju prácu rozvinul práve v CERN-e.

SPS

Prvý zásadný príspevok do fyziky elementárnych častíc sa podaril v roku 1983, keď sa na urýchľovači SPS v zrážkach protónov s antiprotónmi podarilo objaviť tzv. intermediárne bozóny W a Z (viď tabuľka 1) známe ako prenášače slabej interakcie. Za tento objav bola neskôr udelená Nobelova cena C. Rubbiovi a S. van der Meerovi.

Na SPS počas 90-tych rokov bežal fyzikálny program so zrážkami ťažkých iónov, zameraný na objav a štúdium nového stavu hmoty, tzv. kvarkovo-gluónovej plazmy. Ide o stav hmoty, v ktorom sa nachádzal vesmír tesne po Veľkom tresku, keď ešte neexistovali atómové jadrá. V roku 2000 CERN vyhlásil objav nového stavu hmoty svojimi vlastnosťami veľmi podobnou teoreticky predpovedanej kvarkovo-gluónovej plazme. Ako podklad pre toto vyhlásenie slúžili výsledky zo siedmych experimentov realizovaných na SPS.

LEP

Pár desiatok intermediárnych bozónov stačilo pozorovať, aby sa dokázala ich existencia, na štúdium ich vlastností však bolo potrebné postaviť „továreň na ich výrobu“. Objav bozónov si „vynútil“ postavenie ďalšieho obrieho urýchľovača – LEP (Large Electron–Positron Collider), na ktorom bolo registrovaných okolo 17 miliónov bozónov Z, čo stačilo na dostatočne presné určenie vlastností tejto častice. Z jej vlastností taktiež vyplynul ďalší veľmi zaujímavý objav – elementárne častice by mali existovať práve v troch generáciách (t.j. v tabuľke 1 by už nemal pribudnúť štvrtý stĺpec s kvarkami a leptónmi). LEP bol v prevádzke do roku 2000, potom sa tunel, v ktorom bol uložený, použil na umiestnenie ďalšieho superurýchľovača – LHC (Large Hadron Collider).

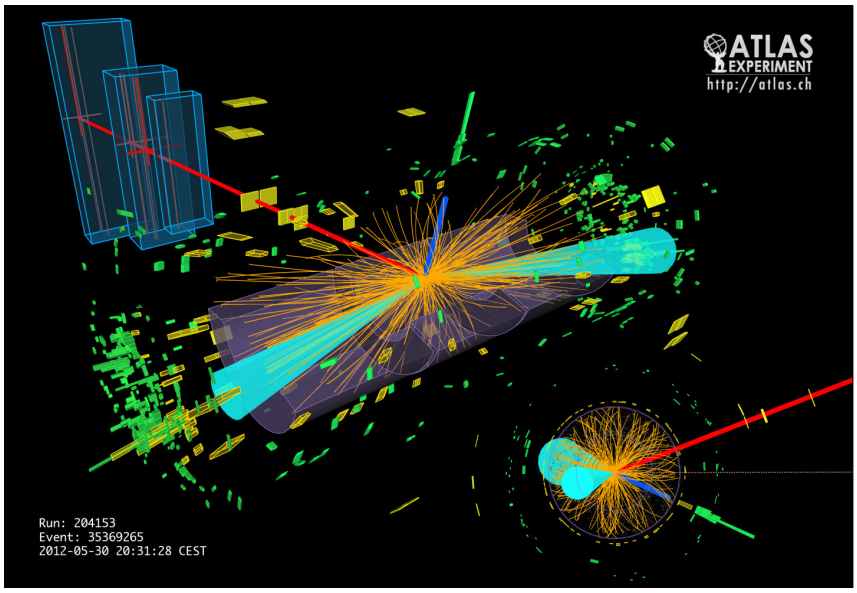
LHC

V novom tisícročí začala éra LHC (Large Hadron Collider – Veľký hadrónový zrážač). Ide o najväčší urýchľovač na svete, s obvodom 27 km a bezprecedentnou energiou zrážky dvoch protónov 8 TeV (stav k júnu 2014). Jeho fyzikálny program je veľmi bohatý a participuje na ňom 7 experimentov. Otázky, na ktoré sa snaží zrážač odpovedať, sú veľmi zaujímavé:

- Odkiaľ pochádza hmotnosť?
- Prečo je náboj protónu rovnako veľký a s opačným znamienkom ako náboj elektrónu?
- Existujú nové stavy hmoty pri extrémne vysokých teplotách a hustotách?
- Majú kvarky a leptóny vnútornú štruktúru, alebo sú naozaj elementárne?
- Prečo je vo vesmíre viac hmoty ako antihmoty?
- Aká je povaha záhadnej tmavej hmoty, ktorá tvorí 80 % všetkej hmoty vo vesmíre?

Tento zrážač funguje tak, že urýchli oproti sebe protóny (jadrá vodíka) a tie sa vo vzájomnej zrážke rozbijú. V tejto zrážke môžu vznikať nové častice. Prelomový objav sa už na LHC uskutočnil. V júli 2012 oznámil CERN

objav novej častice, ktorá je svojimi vlastnosťami podobná dlho predpovedanému Higgsovmu bozónu. Po nabratí ďalších dát je vysoko pravdepodobné, že to, čo bolo objavené na LHC, je naozaj Higgsov bozón (obr. 1).



Obr. 1 – kandidát na Higgsov bozón v experimente ATLAS; zdroj: http://www.atlas.ch/HiggsResources/

Antihmota

Tabuľka 1 obsahuje len časť elementárnych častíc. V skutočnosti všetky častice hmoty (kvarky a leptóny) majú v prírode svoje náprotivky, ktoré majú niektoré vlastnosti rovnaké (napr. hmotnosť), a niektoré zase opačné (napr. elektrický náboj). Tak ako častice hmoty, aj častice antihmoty môžu vytvárať zložitejšie systémy ako atómy alebo molekuly.

Na výskum antihmoty sa v CERN nepoužíva urýchľovač, ako je to v prípade elementárnych častíc, ale spomaľovač, ktorý spomaľuje antiprotóny, aby sa mohli viazať s pozitrónmi (antičastice elektrónu) a aby takto mohli vzniknúť antiatómy. Experimenty študujúce antihmotu (AEGIS, ALPHA, ATRAP, ASACUSA) študujú interakciu hmoty s antihmotou, porovnávajú vlastnosti antiatómov a atómov alebo skúmajú gravitačné pôsobenie na antiatómy.

Jadrová fyzika

Projekt ISOLDE (Isotope mass Separator On-Line facility) predstavuje príspevok CERN-u ku klasickej jadrovej fyzike. Na tomto zariadení sa študujú vlastnosti atómových jadier a ich využitie v základnom výskume, astrofyzike a materiálových vedách. Výskum je realizovaný 50 aktívnymi malými experimentmi.

Tmavá hmota

Viditeľný vesmír tvorí len približne 5 % celkovej hmoty vo vesmíre. Ďalšiu časť, okolo 20 %, tvorí tmavá hmota a zvyšok 75 % je vo forme tmavej energie. Predpokladá sa, že tmavú hmotu by mohli tvoriť elementárne častice, ktoré sú ťažké a interagujú veľmi slabo v porovnaní s časticami hmoty, aké momentálne poznáme.

CERN-ský výskum v tomto smere expanduje aj do vesmíru v podobe experimentu AMS (Alpha Magnetic Spectrometer). Ide vlastne o detektor umiestnený na medzinárodnej vesmírnej stanici ISS (obr. 2). Tento detektor študuje počty pozitrónov a antiprotónov a na ich základe chce objaviť zdroj tmavej hmoty. Objav tmavej hmoty má v pláne aj LHC, ten ju však nehľadá vo vesmíre, ale v zrážkach protónov.



Obr. 2 – detektor AMS umiestnený na stanici ISS; zdroj: http://home.web.cern.ch/about/experiments/ams

Meteorológia

Na prvý pohľad dosť nezvyčajná kombinácia – ako môže CERN prispieť ku poznatkom v meteorológii? V experimente CLOUD (Cosmics Leaving Outdoor Droplets) CERN využíva svoje know-how, aby zistil, aký je vplyv kozmických lúčov na tvorbu oblakov. V obrovskej hmlovej komore simuluje atmosféru pri istom tlaku a teplote (nadmorská výška) a do toho púšťa zväzok z urýchľovača PS (ten simuluje kozmické lúče s variabilnou energiou). Po ožiarení meria počty aerosólov, ktoré tvoria základ oblakov v atmosfére.

Antihadrónová terapia

V experimente ACE (Antiproton Cell Experiment) pôsobí medzinárodný tím fyzikov, biológov a lekárov, ktorí skúmajú účinok pôsobenia antiprotónov na biologický materiál. Ide o veľmi perspektívnu metódu ožarovania nádorov, ukazuje sa totiž, že na zničenie rovnakého množstva buniek je potrebných 4-krát menej antiprotónov ako protónov. Protóny sa už bežne v medicíne využívajú na ožarovanie (hadrónová terapia). Príchod do praxe pre antihadrónovú terapiu sa odhaduje na 10 rokov.

Aplikácie z CERN s dopadom na ľudskú spoločnosť

Multivláknová proporcionálna komora

Tento vynález z roku 1968 znamenal revolúciu v detekcii častíc. Dovtedy sa na detekciu používali hmlové a bublinové komory a na analýzu fotografie z týchto zariadení. To bolo veľmi pomalé a prácne. S príchodom multivláknovej proporcionálnej komory sa 1000 násobne zvýšila rýchlosť registrácie častíc (elektronický detektor). Išlo vlastne o prechod od ručného merania k elektronickému vo fyzike elementárnych častíc. Za tento objav dostal Georges Charpak Nobelovu cenu. Táto technológia sa dnes využíva aj v biológii, rádiológii a nukleárnej medicíne.

Dotykový displej

Dnešný život si už pomaly ani nevieme predstaviť bez tabletov a smartfónov. Predchodca dotykových displejov z týchto zariadení sa narodil v CERN (obr. 3). Prvý (kapacitný) dotykový displej bol skonštruovaný inžiniermi Frankom Beckom a Bentom Stumpe z CERN na začiatku 70-tych rokov a v roku 1973 bol uvedený do prevádzky pre potreby urýchľovača SPS (fungoval až do spustenia LHC v roku 2009).



Obr. 3 – prvý kapacitný dotykový displej; zdroj: http://cerncourier.com/cws/article/cern/42092

World Wide Web

Asi najznámejšia aplikácia, ktorá zmenila tvár sveta a pochádza z CERN-u, je World Wide Web (www). Jej tvorca Tim Berners-Lee z IT oddelenia v CERN vlastne spojil veci, ktoré boli známe už v 80-tych rokoch ako http, TCP/IP, a vytvoril systém prehliadania vzdialených dokumentov (www) a takisto jazyk používaný na vytvorenie stránok (html). Prvý webový server s prvou webovou stránkou v CERN bol spustený v roku 1989. V súčasnosti existuje okolo 60 miliárd webových stránok.

Medipix
Medipix je prístroj (a aj názov medzinárodnej kolaborácie, ktorá sa tým zaoberá) pre veľmi ostré medicínske zobrazovanie založené na kremíkovom detektore. V budúcnosti sa predpokladá, že bude mať široké pole pôsobnosti v oblastiach, kde je potrebné presné zobrazovanie, ako napr. v počítačovej tomografii, rádiografii, mamografii, zubnej rádiografii, angiografii a pozitrónovej emisnej tomografii.

ROOT
Softvérová aplikácia, ktorú používajú fyzici v CERN na spracovanie dát, sa nazýva ROOT. Vďaka tomuto analyzačnému softvéru bolo napríklad možné objaviť Higgsov bozón. Táto aplikácia si už našla využitie aj v astronómii, biológii, medicíne a finančnom svete.

Fluka a Geant
Ide o softvér na simulovanie prechodu častice prostredím – t.j. tento softvér nám povie, ako bude častica interagovať s prostredím, cez ktoré prechádza, čo je využiteľné nielen vo fyzike elementárnych častíc, kde častica prechádza detektormi, ale aj v rádioterapii, kde častica prechádza biologickým materiálom.

Indico
Je užitočná webová aplikácia na vytváranie a organizovanie rôznych akcií, od tých najjednoduchších (prednáška) až po komplikované (medzinárodná konferencia). Hlavne v CERN-e, kde pracujú tisícky vedcov a stretávajú sa na dennej báze, predstavuje Indico výbornú pomôcku na organizáciu a archiváciu týchto stretnutí. Skvelá pomoc pre tých, ktorí nemajú skúsenosti s vytváraním webových stránok a potrebujú zorganizovať nejakú akciu.

Invenio
Invenio je softvér na vytvorenie a manažovanie digitálnej knižnice, široko používané aj mimo CERN (v skoro stovke ďalších inštitúcií a univerzít).

Grid
Grid je názov celosvetovej počítačovej siete dizajnovanej na analýzu 25 petabajtov ročne, ktoré produkuje LHC. Žiadny veľký objav na LHC sa nezaobíde bez Gridu. Gridové technológie sa používajú aj v iných oblastiach.

Plány do budúcnosti
Z fyzikálneho hľadiska bude nasledujúce desaťročia samozrejme diktovať smer fyzika na LHC. V (smelom) pláne je objav nových elementárnych tzv. supersymetrických častíc, ktoré by mohli tvoriť tmavú hmotu.

V pláne je aj výstavba ďalšieho urýchľovača: CLIC (lineárny 30 km dlhý urýchľovač), ktorý by mal slúžiť na presné určenie vlastností Higgsovho bozónu (niečo ako bol LEP pre SPS). V súčasnosti už sa začína hovoriť aj o „Lord of the rings“: FCC (Future Circular Collider), ktorého energia zrážky by mala byť 10-krát vyššia ako na LHC, a ktorý by mal mať obvod až 100 km.

CERN vyvíja iniciatívu aj v aplikačnej oblasti – plán na výstavbu atómových elektrární na báze tória. Pôjde o nový druh atómových elektrární, v ktorých sa neutróny potrebné pre reťazovú reakciu, budú získavať prostredníctvom urýchľovača vyrábaným v CERN. Táto iniciatíva už našla podporu v Číne a v Indii (EÚ zatiaľ tomuto nezelenému projektu nie je naklonená). Tento projekt má potenciál byť v budúcnosti jednou z najväčších služieb časticovej fyziky ľudstvu.

CERN je príkladom toho, že aj do základného výskumu vedy sa oplatí investovať. Spoločnosť síce z fyzikálnych objavov nemá okamžitý benefit, no prostriedky, ktoré sa na objav použijú, niekedy dokážu žiť aj vlastným životom a nájsť uplatnenie aj v aplikačnej oblasti pre spoločnosť.

Zdroje

http://www.cern.ch
http://www.sciencekids.co.nz/pictures/chemistry/hydrogenatom.html
http://en.wikipedia.org/wiki/Elementary_particle
http://lhc-machine-outreach.web.cern.ch/lhc-machine-outreach
http://home.web.cern.ch/about/experiments/isolde
http://home.web.cern.ch/about/experiments/ams
http://home.web.cern.ch/about/experiments/cloud
http://home.web.cern.ch/about/experiments/ace
http://cerncourier.com/cws/article/cern/37861
http://cds.cern.ch/record/1248908
http://cerncourier.com/cws/article/cern/42092
http://cds.cern.ch/journal/CERNBulletin/2009/12/News%20Articles/1165312?ln=en
http://cerncourier.com/cws/article/cern/28069/1/web2_9-99

Rozvoj tvořivosti ve výuce fyziky III. – Divergentní fyzikální úlohy

Václav Meškan[1], Základní škola a Mateřská škola Dubné

Další díl série věnované tvůrčí výuce fyziky je zaměřen na základní prvek této výuky, kterým jsou divergentní fyzikální úlohy. Hlavní pozornost je věnována především početním divergentním úlohám, jejichž řešení představuje velmi hodnotnou aktivitu dobře zařaditelnou i do tradiční výuky fyziky. Součástí článku jsou ukázky prací žáků.

Úvod

Třetí díl série článků věnované metodice rozvoje kreativity ve výuce fyziky na základní škole je zaměřen na stěžejní obsahový prvek tvůrčí výuky fyziky, kterým jsou tzv. divergentní fyzikální úlohy. V prvním dílu série byl čtenář seznámen se základními pedagogicko-psychologickými východisky tvůrčí výuky fyziky. Druhý díl byl věnovaný přípravné fázi samotné výuky související s motivací a odstraňováním bariér kreativity. Každý díl byl zakončen několika náměty divergentních úloh, které slouží k procvičování tvořivosti při řešení fyzikálních problémů. Tento v pořadí třetí díl je věnován podrobněji tomuto typu netradičních fyzikálních úloh.

Struktura kreativního procesu

Psychologická východiska tvůrčího procesu a procesu tvůrčího řešení problémů byla podrobně probrána v prvním dílu této série [1]. S odkazem na tento článek čtenáři připomenu, že myšlenkové operace složitého procesu tvůrčího řešení problémů lze rozdělit do dvou neustále se doplňujících fází, kterými je sbíhavé, konvergentní myšlení a rozbíhavé, divergentní myšlení. Původcem tohoto rozdělení je psycholog J. P. Guilford [2]. Konvergentním myšlením označil myšlenkový postup, který vede k výběru z několika možných prvků, jako například při výběru jedné správné odpovědi v testu s několika možnými odpověďmi. Divergentní myšlení naopak odpovídá generování mnoha rozličných myšlenek. Tvůrčí proces potom zjednodušeně probíhá tak, že po fázi divergentního vymýšlení nejrůznějších možných řešení problému přichází fáze konvergentního výběru toho nejvhodnějšího z nich. V praxi jsou proto oba myšlenkové postupy stejně závažné. Ve školní výuce se ovšem musíme zaměřit především na divergentní myšlení, které je hlavně v předmětech s převahou teoretického zaměření, kam patří i fyzika, tradičně zanedbáváno, na což upozorňuje například Lokšová [3].

Divergentní fyzikální úlohy

Pojem divergentní fyzikální úlohy značí druh fyzikálních problémů, při nichž je uplatňováno divergentní myšlení či některá jeho složka.

V pracích některých autorů, např. [4], označují divergentní fyzikální úlohy konkrétně cvičení na rozvoj jednotlivých složek divergentního myšlení. Příklady takových jednoduchých cvičení jsem uvedl v prvním dílu série:

- *Fluence:* Uveď vše, co se ti vybaví pod pojmem síla
- *Flexibilita:* Jak lze pomocí tužky změřit šířku řeky? Uveď co nejvíce možných řešení.
- *Originalita:* Uveď originální použití žárovky, na které dosud nikdo nepřišel.
- *Senzitivita:* Uveď co nejvíce fyzikálních jevů, se kterými se setkáváme v kuchyni.
- *Redefinice:* Navrhni, jak pomocí polévkové lžíce měřit hmotnost.
- *Elaborace:* Navrhni vlastní siloměr a vypracuj návod na jeho výrobu.

Uvedená cvičení jsou vhodnou „rozcvičkou“ v řešení tvořivých úloh, která pomůže žákům uvolnit se a pochopit „pravidla hry“. Těžko je ovšem lze považovat za plnohodnotné fyzikální úlohy, které je možné zařadit do výuky fyziky k procvičování či diagnostice fyzikálních znalostí.

1 *reditel@zsdubne.cz*

Dotace hodin fyziky na základních školách neposkytuje příliš prostoru k tomu, aby učitelé „narušovali“ výuku vedlejšími, byť sebehodnotnějšími aktivitami, které přímo nesouvisejí s probíraným učivem. Ve své práci [5] jsem se proto snažil navrhnout divergentní fyzikální úlohy tak, aby byly zařaditelné do běžného vyučování fyziky na základních školách. Úlohy by měly poskytovat prostor pro žákovu kreativitu, ale současně by měl žák při jejich řešení uplatnit konkrétní fyzikální vědomosti a dovednosti.

Během zpracovávání mé práce a během praxe s využitím tvůrčí metodiky vznikla celá řada divergentních úloh různých typů. Zájemce se s nimi může seznámit v mých starších pracech (např. zde [6], [7]). Není posláním tohoto textu opakovat dříve napsané. V tomto článku se proto zaměřím pouze na specifickou skupinu kvantitativních divergentních úloh, které se nejvíce blíží tradičním početním fyzikálním úlohám a jsou proto také velmi dobře zařaditelné v běžné výuce fyziky.

Nejjednodušším způsobem, jak lze spojit tvořivost s řešením fyzikálních úloh, je nechat žáky samotné, aby úlohy vymýšleli. Není ovšem vhodné zadávat takový úkol žákům příliš volně, jinak se lze jen stěží dočkat kvalitního řešení. Především doporučuji stanovit předem výsledek úlohy. Tím jednak učitel zabrání tomu, aby si žáci zjednodušovali nadmíru práci vymýšlením příliš banálních úloh, jednak umožňuje žákům vytvořit si představu o konkrétním rozměru fyzikálních veličin. Při zadávání divergentních úloh je nutné předem počítat s „chytračením“ žáků a předcházet situacím, kdy žák vymyslí sice v zásadě správné a tvůrčí řešení, ovšem fyzikálně irelevantní. Příklad takového řešení:

Zadání: Vymysli úlohu, aby její výsledek byl 2 000 Pa.

Odpověď: 1 500 Pa + 500 Pa = ? Pa

V takovém případě totiž nezbývá učiteli, než uznat řešení, pochválit žáka za vtipný přístup a zadání upřesnit. Z hlediska rozvoje kreativity je ovšem vhodnější počítat dopředu s podobnými nápady a zadání předem doplnit o častý dovětek divergentních úloh – vymysli co nejvíce různých řešení. Chce-li se učitel podobným „hrátkám“ vyhnout, je nutné požadavky jasně definovat.

Že i přes tato omezení zůstává prostor pro žákovu kreativitu velmi široký dokazuje následující ukázka řešení úlohy:

Zadání úlohy: Vymysli úlohu na výpočet tlaku, aby výsledek byl 2 000 Pa.

Postup řešení:

1) Žák řešící úlohu musí nejprve nalézt výchozí vztah, v tomto případě pravděpodobně definiční vztah pro tlak $p = F : S$.
2) Ve druhé fázi řešení si musí žák uvědomit charakter veličin popsaných ve výchozím vztahu pomocí jejich značek a zvolit takovou konfiguraci hodnot veličin včetně jejich správných jednotek, aby po provedení příslušných matematických operací dosáhl výsledku stanoveného zadáním. V daném příkladu lze zvolit např.:
   tlaková síla $F = 200$ N
   plocha $S = 0{,}1$ m^2 .
3) Obecnému tvrzení vyplývající z matematického zápisu – tlaková síla o velikosti 200 N působí na plochu o velikosti 0,1 m^2 – žák dále přiřazuje konkrétní fyzikální děj. Zvoleným rozměrům veličin musí doplnit reálný obsah.
   Př.: Síla o velikosti 200 N může odpovídat například tíze tělesa o hmotnosti 20 kg, plocha o velikosti 0,1 m^2 odpovídá přibližně ploše čtverce o délce strany 32 cm, či ploše kruhu o poloměru 18 cm.
4) Finální fáze řešení divergentní úlohy spočívá ve vymýšlení smysluplného slovního zadání. V tuto chvíli již záleží vše na tvořivosti žáka.

Příklad zadání: *V konvi o hmotnosti 2 kg a průměru dna 36 cm je nalito 18 litrů vody. Urči, jak velikým tlakem působí konev na zem.*

Z uvedeného příkladu řešení je zřejmé, že počet možných řešení může být skutečně velmi široký. Příklad typově zcela odlišného řešení splňujícího zadání: *O kolik se zvýší hydrostatický tlak působící na rybu ve vodě, když se přesune z hloubky 1 m do hloubky 1,2 m?*

Jak je patrné z ukázkového řešení úlohy, postup vedoucí k jejímu vyřešení vyžaduje nejen žákovu tvořivost, neboť v téměř každé fázi řešení vyžaduje od žáků divergentní myšlení, ale také značnou míru fyzikálního myšlení. Příprava podobných úloh je přitom nenáročná. K úspěšnému zařazení takových úloh ve výuce je ovšem důležité, aby žáci byli obeznámeni s metodou řešení tvůrčích úloh a znali kriteria jejich hodnocení. Metodice i hodnocení bude věnován některý z dalších dílů této série.

Předtím než učitel zadá žákům úlohy s takto široce otevřeným zadáním, může využít některé „stravitelnější" aktivity. Určitým předstupněm samostatného tvůrčího řešení divergentních úloh je aktivita, při které žáci vymýšlejí úlohu hromadně formou jakéhosi brainstormingu. Jediný rozdíl oproti předchozímu námětu je ten, že řešení úlohy probíhá frontálně. Celá třída ve spolupráci s učitelem vymýšlí úlohu na předem stanovené téma přímo ve vyučování. Pod vedením zkušeného učitele si žáci osvojí metodu řešení tvůrčích úloh a zpravidla se všichni i dobře pobaví.

Další fází může být typ úloh, který nazývám „Vypočítej a oživ úlohu". Úloha je v tomto případě zadána formou matematického zápisu pomocí symbolů a čísel. Žákovým úkolem je úlohu vyřešit a poté vymyslet smysluplné slovní zadání.

Příklad: Vypočítej úlohu a vymysli smysluplné slovní zadání:

$$V = 3\ \mathrm{m}^3$$

$$\rho = 1030\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$$

$$g = 10\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}}$$

$$F_{vz} = ?\ \mathrm{N}$$

Je zřejmé, že, ačkoliv jde o úlohu jinak velmi jednoduchou, postup řešení úlohy není zdaleka tak banální, jako kdyby úloha byla zadána tradičně včetně „hotového" slovního zadání. Při řešení podobných úloh v tradiční výuce žákům běžně stačí zapamatovat si, že k výpočtu vztlakové síly je nutné vynásobit tři čísla, aniž by bylo nutné se hlouběji zamýšlet nad jejich významem. Při vymýšlení slovního zadání si ovšem s takovým náhradním algoritmem nevystačí.

Žák si musí v prvé řadě uvědomit smysl zadaných symbolů a přiřadit jim správný fyzikální význam. V této fázi musí žák prokázat značnou míru porozumění látce. Ze zadání je zřejmé, že předmětem úlohy je výpočet velikosti vztlakové síly. Na základě znalostí Archimédova zákona žák určuje význam zadaných veličin – V představuje objem ponořené části tělesa, ρ představuje hustotu kapaliny, v tomto případě vody, a g je tíhové zrychlení na Zemi – a navrhuje konkrétní fyzikální situaci, která může odpovídat zadání.

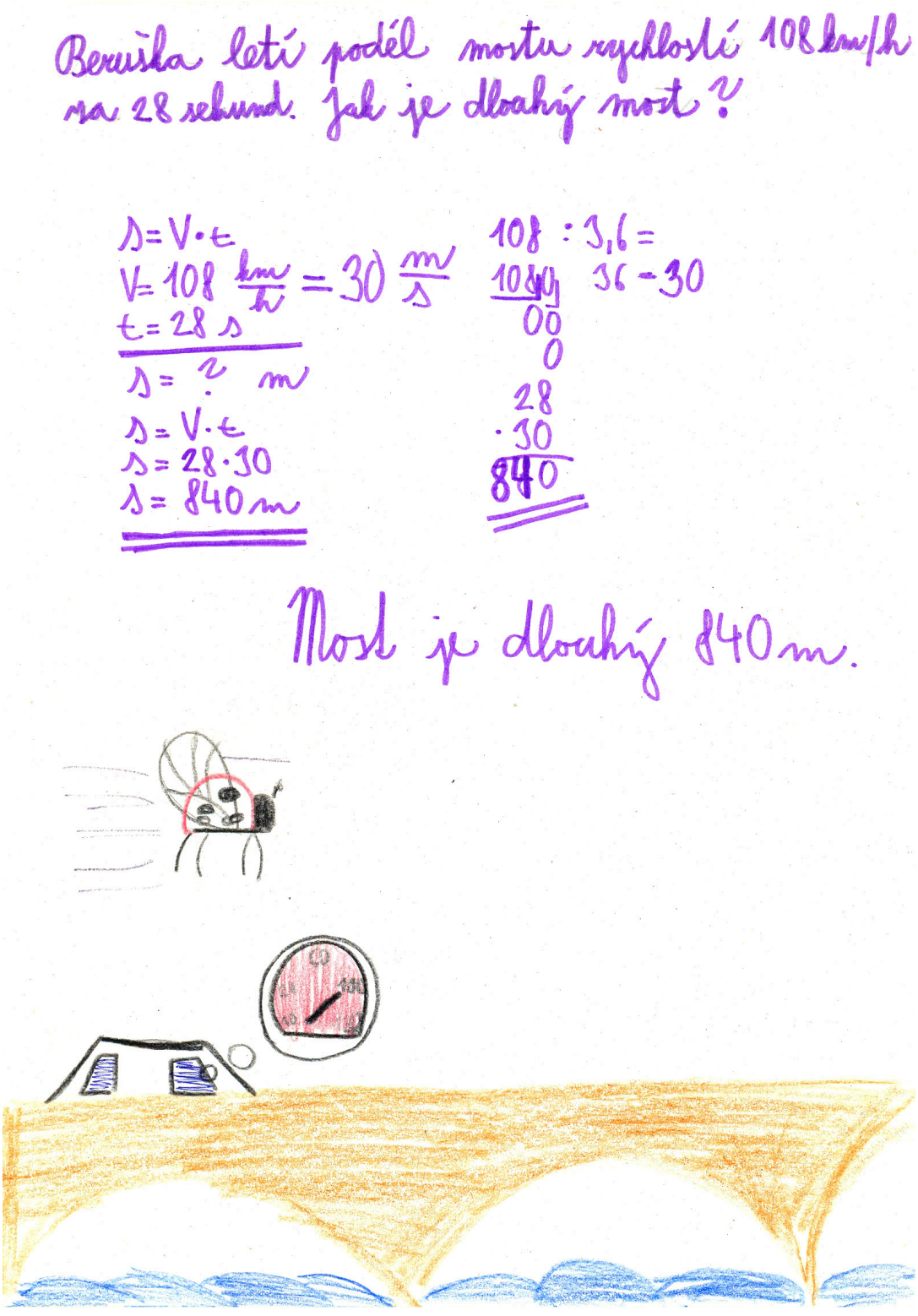
Podobné úlohy jsou velmi dobře zařaditelné do výuky, nevyžadují náročnou učitelovu přípravu a přitom tvoří velmi hodnotnou výukovou aktivitu, kterou vřele doporučuji nejen ke zpestření tradiční výuky, ale především jako předstupeň skutečné tvůrčí výuky fyziky.

Jsou-li žáci obeznámeni s neverbálním zadáním úloh (viz [8]), je možné zadání rozšířit o požadavek vytvořit zadání formou obrázku. Příklad: *Vymysli úlohu na výpočet průměrné rychlosti a nakresli obrázek, který bude sloužit jako zadání úlohy*.



Obr. 1 – zadání neverbální úlohy – práce žáka – šnečí maraton

Další ukázky žákovských prací jsou uvedeny na obrázcích 2 a 3. Je z nich vidět, že práce žáků často vyžaduje doplňující komentář učitele, nejlépe formou diskuse s ostatními žáky.



Obr. 2 – ukázka práce žáka – beruška letící rychlostí 108 $\frac{km}{h}$.
Nereálný údaj o rychlosti je v tomto případě spíše projevem snahy o vytvoření humorného zadání.

Míč má objem 1 m^3. Je ponořený ve vodě v hloubce 11 m. Jak velká je vztlaková síla?

$V = 1\ m^3$

$h = 11\ m$

$g = 10 \frac{N}{kg}$

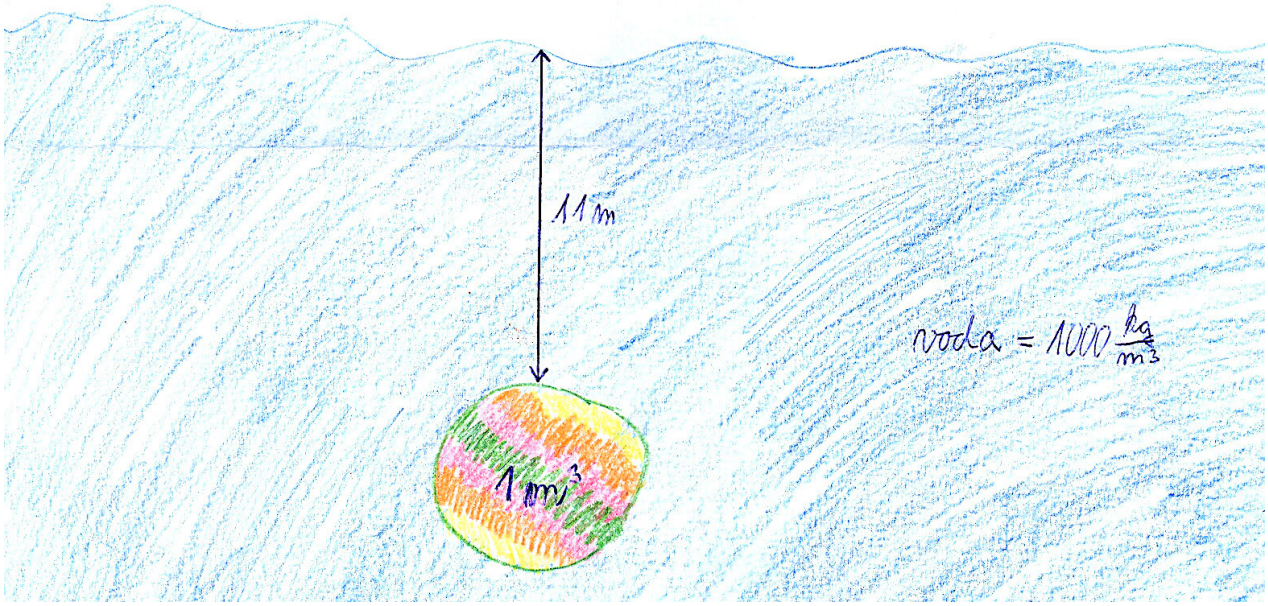
$\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$

$F_{Vz} = V \cdot \rho \cdot g$

$F_{Vz} = 1 \cdot 1000 \cdot 10$

$F_{Vz} = 10\,000\ N = 10\ kN$

Na míč působí vztlaková síla 10 kN



Obr. 3 – ukázka práce žáka – míč o objemu 1 m^3; typická snaha o usnadnění práce volbou jednoduchých čísel, komentář učitele nutný

V každém dílu série článků o tvůrčí výuce fyziky je uvedeno několik námětů divergentních fyzikálních úloh. Pravidelný čtenář proto ví, že škála různých typů těchto tvořivých úloh je značně široká – pravděpodobně neomezená. Tento díl věnovaný právě divergentním úlohám byl ovšem zaměřen na jedinou skupinu – na početní divergentní úlohy. Ty mají mezi ostatními výsadní postavení, vyžadují nejvíce fyzikálních vědomostí a jsou současně nejlépe zařaditelné do tradiční výuky bez speciálních požadavků na přípravu učitele. Zadání takových úloh může velmi dobře sloužit rovněž jako nástroj diagnostiky fyzikálních vědomostí.

Žáci na rozdíl od učitele na tuto práci ovšem musí být připraveni. Je důležité, aby učitel začal s jednoduššími frontálními aktivitami, při kterých spolupracuje celá třída a kdy má učitel možnost proces přímo řídit. Střední stupeň představují úlohy typu „vypočítej a oživ“. Teprve zvyknou-li si žáci na způsob práce, mohou samostatně tvořit vlastní zadání úloh od základu.

Následující díl série bude věnován hodnocení v tvůrčí výuce.

Použitá literatura

[1] Meškan, V. *Rozvoj tvořivosti ve výuce fyziky I. – Tvůrčí řešení problémů, pedagogicko-didaktické aspekty rozvoje tvořivosti ve fyzice.* In Školská fyzika [online]. 4. 12. 2013 [cit. 28. 2. 2014]. ISSN 2336-2774. Dostupné z http://sf.zcu.cz/cs/2013/4/3-rozvoj-tvorivosti-ve-vyuce-fyziky-i-tvurci-reseni-problemu-pedagogicko-didakticke-aspekty-rozvoje-tvorivosti-ve-fyzice.

[2] Guilford, J. P. *The Nature of Human Intelligence.* 1. vyd. New York: McGraw-Hill Education, 1967. ISBN: 978-0070251359.

[3] Lokšová, I., Lokša, J. *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole.* 1. vyd. Praha: Portál, 1999. ISBN 80-7178-205-X.

[4] Jurčová, M. et al. *Didaktika fyziky – rozvíjanie tvorivosti žiakov a študentov.* 1. vyd. Bratislava: Univerzita Komenského, 2001. ISBN 80-223-1614-8.

[5] Meškan, V. *Didaktické aspekty rozvoje kreativity ve výuce fyziky na základní škole.* Disertační práce obhájená dne 22. 10. 2013 na Pedagogické fakultě Západočeské univerzity v Plzni.

[6] Meškan, V. *Tvořivá výuka fyziky na základní škole. Divergentní fyzikální úlohy.* Matematika – fyzika – informatika, 2010, roč. 20, č. 2, s. 93–105. ISSN: 1210-1761

[7] Meškan, V. *Metodika tvořivé výuky fyziky na základní škole.* Rigorózní práce obhájená dne 20. 10. 2010 na Pedagogické fakultě Západočeské univerzity v Plzni.

[8] Tesař, J. *Nonverbální úlohy.* In: Sborník z konference „Aby fyzika žáky bavila 2“, Vlachovice 19. –22. 10. 2005, editor R. Kolářová, UP Olomouc 2005, s. 115–120. ISBN 80-244-1181-4

školská fyzika

číslo 2 / ročník 2014 – XI.
www.sf.zcu.cz

Obsah

Jiří Kohout – Princeznin dlouhý nos z pohledu fyziky 1

Tomáš Jerje – Metoda CLIL ve fyzice 7

Václav Kalaš – Před 55 lety dopadl nedaleko Příbrami první meteorit s rodokmenem 11

Gerhard Rath – Videa v mobilu ve výuce fyziky 17

Jiří Kohout – Kdy vládl Chammurapi aneb význam fyziky při datování starověkého Blízkého východu 23

Václav Kohout – Fyzikální vtípky 28

Marek Bombara – CERN oslavuje 60 rokov svojho založenia 31

Václav Meškan – Rozvoj tvořivosti ve výuce fyziky III. – Divergentní fyzikální úlohy 37

Vydává

Fakulta pedagogická
Západočeské univerzity v Plzni,
Univerzitní 8, Plzeň

oddělení fyziky katedry matematiky,
fyziky a technické výchovy

ISSN 2336-2774 (elektronická verze)
ISSN 1211-1511 (tištěná verze)