

FYZIKA

Slunce a jiné hvězdy

VLADIMÍR ŠTEFL – JULIUSZ DOMAŃSKI

Brno – Toruń

A. S. Eddington:

... „máme naději, že v blízké budoucnosti budeme dostatečně kompetentní k pochopení tak jednoduchého jevu, jako je hvězda“.

**The Internal Constitution of the Stars,
1926**

Od starověku obloha a jevy na ní probíhající budily pozornost lidí. V předantickém období pochopili, že na hvězdné sféře existuje několik objektů (Slunce, Měsíc a tehdy známých pět planet) měnících vzhledem k hvězdám svoji polohu, v některých případech i jasnost. Meteory a komety byly považovány za jevy probíhající v atmosféře Země v tzv. sublunární (podměsíční) oblasti. Názor na neměnnost sféry hvězd narušovala pozorování supernov v letech 1054, 1562, 1604. Supernovy však nejsou početné a objevovaly se v dlouhých časových intervalech. Jako první upozornil na proměnnou jasnost hvězdy Mira Ceti *David Fabricius* (1564–1617) v roce 1596. Jeho objev upadl v zapomnění a proměnnost Miry znovu zjistil *Richard Holward* roku 1638. Do konce XVIII. století seznam proměnných hvězd obsahoval pouze osm objektů. Vlastní pohyb hvězd objevil *Edmond Halley* (1656–1742) v roce 1718. Překonání představ o neměnnosti hvězd trvalo relativně dlouho, neboť většina vývojových procesů probíhajících ve hvězdách trvá na časových škálách odpovídajících objevení se člověka homo sapiens na Zemi.

Zkoumání hvězd začneme od Slunce, hvězdy nám nejbližší. Pro stanovení správných údajů o něm musíme znát vzdálenost Země – Slunce a také některé parametry soustavy Země – Měsíc.

Základní vzdálenost Země – Slunce a_Z se podařilo poprvé určit v roce 1672 při velké opozici Marsu stanovením jeho paralaxy, výsledná hodnota činila $138,5 \cdot 10^6$ km. Přesnější výsledek $153,5 \cdot 10^6$ km byl získán v roce 1761 z pozorování průchodu Venuše přes sluneční disk. Podrobněji byla tato metoda popsána v článku [1]. Zásluhou radiolokačních měření známe dnes vzdálenost Země – Slunce ještě přesněji, v současnosti udávaná hodnota je 149 597 870,691 km.

Hmotnost Země byla po prvé stanovena prostřednictvím zákona všeobecné gravitace po určení v roce 1798 *Henry Cavendishem* (1731–1810) hodnoty gravitační konstanty.

O něco obtížnější bylo určení hmotnosti Měsíce. Země obíhá kolem Slunce současně s pohybujícím se Měsícem. Ten ve svém pohybu ovlivňuje rychlost pohybu Země. Z analýzy hodnoty rychlosti můžeme určit poměr hmotností Země a Měsíce. Jestliže Měsíc ve svém pohybu kolem Slunce předbíhá Zemi, její rychlost se zmenšuje. Naopak pokud Země předstihuje Měsíc, její rychlost se mírně zvětšuje. To dovoluje určit, podrobný výpočet nebudeme provádět, poměr hmotností Země a Měsíce. Při znalosti hmotnosti Země můžeme stanovit hmotnost Měsíce.

Z velikosti slapových účinků Měsíce působících na Zemi určil *Isaac Newton* (1642–1727) roku 1687 [2] poměr hmotností Země a Měsíce na 40 : 1. *Leonhard Euler* (1703–1783) v roce 1772 pokládal v [3] poměr rovný 70 : 1. Později *Pierre Simon de Laplace* (1749–1827) v [4] roku 1822 uvádí poměr 75 : 1.

Vzdálenost Měsíce byla poprvé určena paralaktickou metody *Josephem Jeromem Lalandem* (1732 – 1807) a *Nicolasem Lousiem de Lacaillem* (1713 – 1762) roku 1752.

Zapišeme III. Keplerův zákon zobecněný Newtonem v [2] pro soustavu Země (s Měsícem) – Slunce a pro soustavu Země – Měsíc:

$$T_Z^2 = \frac{4\pi^2}{G(M_S + m_Z)} a_Z^3$$

a

$$T_M^2 = \frac{4\pi^2}{G(m_Z + m_M)} a_M^3.$$

Úpravou obdržíme z obou vztahů

$$M_S = (m_Z + m_M) \left(\frac{a_Z}{a_M} \right)^3 \left(\frac{T_M}{a_Z} \right)^3 - m_Z.$$

Po dosazení číselných hodnot dostaneme $M_S = 1,989 \cdot 10^{30}$ kg.

Pozorovaný střední úhlový průměr Slunce lze astrometricky určit, je roven $31'59,30'' = 1919,30''$. Při znalosti vzdálenosti Země – Slunce stanovíme lineární průměr a rovněž i střední hustotu $R_S = 695\,508$ km, $\rho_S = 1,409 \cdot 10^3$ kg·m⁻³.

Obtížnější je určení solární konstanty, velikost energie dopadající na 1 m² vnější části atmosféry Země, tedy ve vzdálenosti 1 AU od Slunce, $K = 1,365 \cdot 10^3$ W·m⁻². Znalost její hodnoty umožňuje stanovit zářivý výkon Slunce $L_S = 3,845 \cdot 10^{26}$ W. Odtud můžeme vypočítat teplotu povrchu Slunce, přesněji jeho *efektivní* povrchovou teplotu, jestliže známe poloměr Slunce R_S . Po aplikaci a úpravě Stefanova-Boltzmannova zákona obdržíme

$$T_{\text{ef}} = \left(\frac{K a_Z^2}{\sigma R_S^2} \right)^{\frac{1}{4}} = 5\,780 \text{ K}.$$

Výzkum slunečního spektra *Josephem Fraunhoferem* (1787–1826) v roce 1814 umožnil získat první představy o chemických prvcích v povrchové vrstvě sluneční atmosféry – fotosféře.

Z analýzy vzorků nejstarších hornin na Zemi vyplývá, že stáří Země je zhruba 4,5 miliardy roků. Po tuto dobu se zářivý výkon Slunce příliš podstatněji neměnil. Koncem třicátých let minulého století byla navržena myšlenka produkce energie Slunce prostřednictvím termonukleárních reakcí syntézy protonů. Jejím autorem byl v roce 1938 americký fyzik *Charles Louis Critchfield* (1910–1994). Konkrétní průběh reakcí p–p řetězce byl propočítán až počátkem padesátých let americkými astrofyziky *Isadore Epsteinem* (1919–1995) a *Johnem Beverly Okem* (1928–2004).

Je zřejmé, že teplota v centrálních oblastech Slunce musí být vyšší než v povrchových vrstvách. Taková, aby mohly probíhat termonukleární reakce syntézy vodíku. Dokážeme určit teplotu a další fyzikální podmínky v nitru Slunce? Pozorováním ze Země lze zkoumat pouze jeho atmosférické vrstvy, z kterých k nám přichází záření. Při vyšší teplotě uvnitř Slunce musí být látka v plynném stavu, přesněji plyn musí být ionizován, tedy jde o plazmu. Následující prováděné úvahy jsou zjednodušené, přesto

obdržené výsledky se příliš neliší od získaných přesnými výpočty. Velká hmotnost Slunce vytváří velmi silné gravitační pole, pod jehož působením by se plynná koule musela neustále smršťovat. To však nepozorujeme, protože horká plazma vytváří tlakovou sílu působící proti síle gravitace. Můžeme konstatovat, že Slunce je plazmová koule v hydrostatické rovnováze. Všechny její částice se vzájemně přitahují podle zákona všeobecné gravitace. Pro každou dvojici částic je přitažlivá síla malá, ale celkově jejich velký počet (pro Slunce $\approx 10^{57}$) způsobuje, že výsledná síla vzájemné přitažlivosti je dostatečně velká k udržení všech částic plazmové koule pohromadě. Slunce je hvězda, proto další výklad platí i pro hvězdy. Nacházejí se ve stavu hydrostatické rovnováhy, což znamená, že síly působící na každý objemový element jsou v rovnováze. Tíhu elementu kompenzuje vztlaková síla vznikající tím, že tlak směrem ke středu hvězdy roste. Představme si válec se základnou S , výškou Δr , osa válce směřuje radiálně ke středu hvězdy. Tlakové síly působící na plášť válce se vyrovnávají. Na spodní podstavu působící síla je rovna pS , na horní podstavu $(p + \Delta p)S$. Rozdíl těchto sil ΔpS označíme F_1 . Válec má tíhu $F_2 = \rho S \Delta r g$. Platí $F_1 + F_2 = 0$. Odtud vyplývá rovnice hydrostatické rovnováhy $\Delta p = -\rho g \Delta r$. Protože ρ a g jsou kladné veličiny, platí $\frac{\Delta p}{\Delta r} < 0$, tedy tlak od středu hvězdy monotónně klesá. Ve hvězdě působí tlak plynu $p_g = \frac{A}{\mu} \rho T$, kde A je plynová konstanta $A = 8,31 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, μ je střední hmotnost připadající na jednu částici. U hvězd horní části hlavní posloupnosti je rozhodující tlak záření $p_r = \frac{aT^4}{3}$, kde $a = 7,55 \cdot 10^{16} \text{ J} \cdot \text{m}^{-3} \text{K}^{-4}$. I přes velké vzdálenosti hvězd od nás a nemožnost přímého pozorování nitra hvězd existují metody studia fyzikálních a chemických podmínek v nitru hvězd, založené na fyzikálních zákonech. Ukážeme si to na příkladu Slunce.

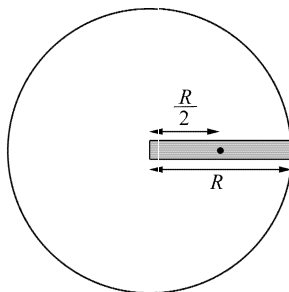
Pro vytvoření nezkreslených a podložených představ o fyzikálních podmínkách v nitru hvězd lze prostřednictvím zákona všeobecné gravitace a stavové rovnice plynů zjednodušeným způsobem provést odhad centrálního tlaku a teploty v nitru Slunce. Nejprve provedeme odhad centrálního tlaku p_c . Tlak záření p_r je pro hvězdy s hmotnostmi srovnatelnými s hmotností Slunce mnohem menší než tlak plynu p_g proto můžeme tlak záření zanedbávat. Vyjdeme z rovnice hydrostatické rovnováhy zapsané zjednodušeně $p = p_g$. Tuto podmínku si můžeme názorně představit tak, že tlak plynu v blízkosti středu plynné koule se musí rovnat tlaku vytvářenému tíhou sloupce plynu s příčným průřezem 1 m^2 a výškou rovnou poloměru koule – hvězdy (obr. 1). Tíha sloupce plynu je rovna síle, kterou je přita-

hována ke středu koule. Dosadíme do zákona všeobecné gravitace

$$F = G \frac{M m_2}{\left(\frac{R}{2}\right)^2}$$

(M je hmotnost celé koule a m_2 je hmotnost výše definovaného sloupce plynu). Označíme-li symbolem ϱ průměrnou hustotu plynu v sloupci, pak $m_2 = \varrho R$, kde R je poloměr koule. Vzdálenost mezi středy koule a sloupce plynu je $r = R/2$. Za těchto podmínek je tíha vytyčeného sloupce plynu na m^2 rovna

$$p_c = G \frac{M \varrho R}{\left(\frac{R}{2}\right)^2} = 4G \frac{\varrho M}{R}.$$



Obr. 1

Po dosazení základních charakteristik Slunce ($M = 2 \cdot 10^{30}$ kg, $R = 7 \cdot 10^8$ m, $\varrho = 1,4 \cdot 10^3$ kg·m⁻³, obdržíme $p_c \cdot 10^{15}$ N·m⁻². Dále provedeme výpočet průměrné teploty v nitru Slunce T . Budeme zjednodušeně předpokládat, že přibližně platí $p = p_c/2$, kde p je průměrný tlak ve vzdálenosti $r = R/2$ od středu Slunce. Dosazením do vztahu pro tlak obdržíme $p = \frac{2G\varrho M}{R}$. Ze stavové rovnice vyjádříme $T = p \frac{\mu}{\varrho A} = \frac{2G\mu M}{AR}$. Odtud po dosazení (při $\mu = 0,6$) získáme $T \approx 10^7$ K. Pokud by se Slunce skládalo výhradně z ionizovaného vodíku, platilo by $\mu = 0,5$, v ionizovaném stavu každý atom vodíku se skládá ze dvou částic – protonu a elektronu. Chemické složení Slunce je podle hmotnosti 78 % vodíku, 25 % hélia a 2 % dalších tzv. těžších prvků.

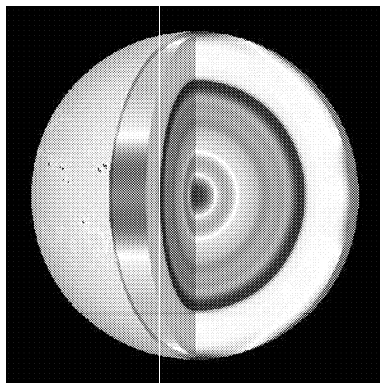
I přes zjednodušení je výsledná hodnota centrální teploty velmi přesná. Určená teplota 10^7 K je nezbytná k uskutečnění průběhu termonukleárních reakcí syntézy vodíku na helium. Více informací o stavbě nitra Slunce

můžeme získat vytvořením matematického modelu, vycházejícího z astrofyzikálních zákonitostí. Jednotlivé diferenciální rovnice nebudeme uvádět. Jejich řešení umožňuje nalézt průběh funkcí $n(r)$, $\rho(r)$, $M(r)$, $L(r)$ i $T(r)$, tedy závislost hustoty, tlaku, hmotnosti, zářivého výkonu a teploty na vzdálenosti od středu hvězdy. Jaká je shoda obdržených výsledků s realitou? Do nedávné doby nebylo možné se o našich představách přesvědčit. Možnost ověření výsledků se objevila počátkem šedesátých roků minulého století prostřednictvím helioseismologie vycházející z analýzy oscilací Slunce, které byly na slunečním povrchu zkoumány prostřednictvím dopplerovských posuvů fotosférických čar proměřovaných na celém disku Slunce. První pozorování oscilací spadají do roku 1960, kdy pod vedením *Leightona* [5] na observatoři Mount Wilson začali tento jev zkoumat.

Helioseismologická metoda je analogická geofyzikální zkoumající nitro Země analýzou šíření seismických vln. Z ní lze zjišťovat, jakým prostředím vlna prošla a jaké jsou jeho vlastnosti.

Odhalené kmity jsou interpretovány jako vlny v sluneční hmotě, jejich rozbor umožňuje výzkum nitra Slunce. Ukazuje se, že výsledky získané helioseismologií nejsou odlišné od již známých z modelů. Například obr. 2 zachycuje radiální a šířkové odchylky rychlosti zvuku ve Slunci vzhledem ke standardnímu modelu Slunce. Tmavší barvou jsou zachyceny kladné odchylky – teplejší oblasti, světlejší záporné odchylky – chladnější oblasti. Model nitra Slunce je tak správný.

Pozorování změn radiálních rychlostí jednotlivých bodů slunečního povrchu umožňuje rozložit oscilace do jednotlivých módů. Ty sahají do růz-

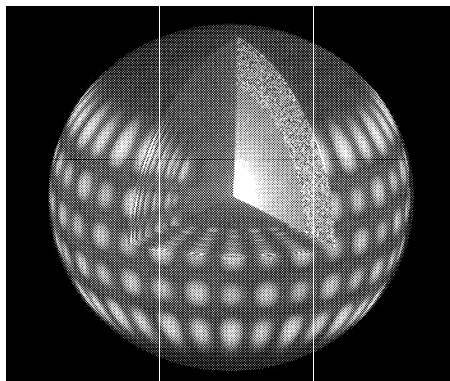


Obr. 2

ných hloubek v nitru Slunce. Můžeme tak stanovit například rozložení rychlosti zvuku na vzdálenosti od středu. Vzhledem k závislosti rychlosti zvuku na teplotě lze stanovit průběh teploty v nitru Slunce, čímž můžeme testovat modely slunečního nitra, zachycující rozložení teploty v nitru Slunce [6].

Nejjednodušší formy kmitání koule modelující Slunce můžeme zachytit různou barevností snímků (na obr. 3 různými odstíny šedi), plochy jsou odděleny uzlovými čarami, vytvářejícími síť poledníků a rovnoběžek. Počet uzlových čar (poledníků, rovnoběžek) se nazývá mod kmitání.

Nejvíce energie nesou pětiminutové oscilace vesměs vyvolané tlakovými vlnami, tzv. p – mody.



Obr. 3

Sluneční oscilace prostupují celé Slunce. Jejich výzkum provádí globální helioseismologie, která dává informace o osově symetrické struktuře Slunce a jeho rotaci. Na obr. 3 je zachycena skrytá struktura slunečního nitra odhalená právě globální helioseismologií. Protože Slunce je řadovou hvězdou, lze v principu celou metodiku výzkumu použít i na mnohem vzdálenější hvězdy, jde o asteroseismologii (podrobněji v [7]).

Literatura

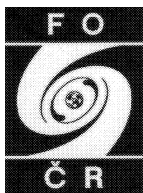
- [1] Domanski J., Štefl V.: Bogini po przejsciach . Fizyka w Szkole vol. 50 (2004), no. 4, p. 231.

- [2] *Newton, I.*: The Principia. Mathematical Principles of Natural Philosophy, česky Matematické principy přírodní filozofie. London, 1687.
- [3] *Euler, L.*: Theoria Motuum Lunae, nova methodo pertractata una cum Tabulis Astronomicis, česky Teorie pohybu Měsíce vyložena novým způsobem a astronomické tabulky. Petrohrad, 1772.
- [4] *Laplace, P. S.*: Traité de Mécanique Céleste. Paris 1798 – 1825.
- [5] *Leighton, R. B. – Noyes, R. W. – Simon, W. G.*: Velocity fields in the solar atmosphere. Astrophys. J. 135, (1962), p. 474.
- [6] *Švanda, M.*: Helioseismologie moderní směr ve výzkumu Slunce. Astropis, 2003, č. 1, s. 14.
- [7] <http://www.ster.kuleuven.be/~zima/helasna5/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=7>

Mých padesát let s Fyzikální olympiádou

BOHUMIL VYBÍRAL

Pedagogická fakulta Univerzity Hradec Králové



1. Z historie Fyzikální olympiády v České republice

Dříve než se budu zabývat svým osobním pohledem na Fyzikální olympiádu (FO), stručně připomenou něco z její historie. Soutěž FO vstoupila do života našich středních škol právě před 50 lety, tedy ještě v tehdejší Československu. Po pokusném (nultém) ročníku, konaném ve školním roce 1958/59 jen ve třech krajích (Brněnském, Olomouckém a v Praze) začala soutěž statutárně existovat od školního roku 1959/60. V tomto školním roce tedy probíhal první ročník FO a v současném roce 2008/09 se koná její jubilejní 50. ročník. Na vzniku FO v české části republiky má zásluhu zejména *prof. RNDr. Bedřich Havelka, DrSc.*, (Olomouc), *prof. RNDr. Miroslav Valouch* (Praha), *RNDr. Marta Chytilová, CSc.* (Brno), *prof. RNDr. Rostislav Košťál* (Brno), *doc. RNDr. Vladimír Rudolf* (Olomouc), *Jan Tesař* (Praha) a *doc. RNDr. Bohumil*

Vlach (Brno). Ze slovenské části republiky pak *František Púchovský* (Žilina) a *prof. RNDr. Ján Fischer* (Bratislava).

Soutěž se v prvních pěti ročnících konala jen pro žáky středních škol (kategorie A, B, C a později D) a probíhala ve dvou kolech: ve školním (přípravném) a v krajském kole; pro nejvyšší kategorii A bylo pořádáno třetí – celostátní kolo. Od šestého ročníku FO byly do soutěže zapojeny i základní školy (kat. E), kde soutěž probíhala ve školním (přípravném) a okresním kole. Později byla soutěž pro žáky základních škol rozšířena a byla zřízena ještě kategorie F pro předposlední ročník základní školy (tehdy to byla sedmá třída). Pro kategorii E bylo organizováno rovněž krajské kolo (nejprve pokusně v několika krajích). Po přechodu opět na devítiletou základní školu se také soutěž FO žáků základních škol rozšířila o kategorii G, která tedy v devítileté ZŠ podchycovala již sedmáky.

Vedení soutěže FO má na starosti ústřední výbor (ÚVFO) – dnes nese název „ústřední komise FO“. V dosavadní historii FO pracovali v jeho vedení tito předsedové: *prof. RNDr. Bedřich Havelka, DrSc.* (1959–1963), *prof. RNDr. Miroslav Valouch* (1963–1966), *prof. RNDr. Rostislav Košťál* (1966–1977), *doc. RNDr. Ivan Náter* (1977–1983), *prof. Ing. RNDr. Daniel Klvanec, CSc.* (1983–1993). Po rozpadu Československa na dvě republiky se předsedou v ČR stal *prof. RNDr. Ivo Volf, CSc.* a ve SR *prof. Ing. RNDr. Daniel Klvanec, CSc.*, kterého v roce 1997 vystřídal *prof. Ing. Ivo Čáp, CSc.*

FO není jen vlastní soutěží spočívající v řešení teoretických a experimentálních úloh dostatečné náročnosti, ale představuje celý systém mimořádné péče o žáky na základních a středních školách, kteří jsou talentovaní na fyziku. Již od prvních ročníků se zadávají soutěžícím ve středoškolské části FO studijní texty, které významně rozšiřují jejich fyzikální obzor v oblastech, které jim nemůže dát střední škola. Tyto texty se dříve publikovaly v *Letácích FO* společně s úlohami pro 1. kolo FO anebo v *Rozhledech matematicko-fyzikálních*. Témata k prostudování obsahovaly také některé *Ročenky FO*, které byly vydávány knižně hned od prvního ročníku FO. Poslední ročenka (29.), která mapuje soutěž probíhající ve školním roce 1987/88 vyšla roku 1993. Velikou nevýhodou těchto jinak vynikajících publikací bylo, že ve Státním pedagogickém nakladatelství v Praze (SPN) vycházely se značným zpožděním. K zastavení jejich edice přispěly také důvody ekonomické a posléze i zánik SPN na počátku devadesátých let. Dnes informace o soutěži pohotově zabezpečují internetové stránky FO na dvou adresách: www.uhk.cz/fo a <http://fo.cuni.cz>.

Pro obsáhlejší témata k prostudování řešitelům FO a jiným zájemcům o fyziku byla v SPN zřízena knižnice *Škola mladých fyziků*. První svazek vyšel roku 1968 a poslední (22.) roku 1990. Od r. 1992 jsou studijní texty publikovány v rámci nově založené knižnice *Knihovnička FO* (KFO), kterou vydává nakladatelství Ivo Volfa MAFY v Hradci Králové. V této knižnici vyšlo již 80 svazků (některé obsahují jen zadání úloh pro 1. kolo soutěže). KFO svým obsahem prakticky pokrývá již celou oblast fyziky, s níž se student může setkat při soutěži.

Velkou tradicí FO, která byla založena již od jejího 2. ročníku, mají celostátní soustředění nejlepších řešitelů FO kategorie B. V mnohých krajích se dříve organizovala i krajská soustředění pro kategorii C (ale také i B) – z ekonomických důvodů (a také pro malý zájem) se dnes již nekonají. První celostátní soustředění se konala ve školícím zařízení tehdejšího Ministerstva školství a kultury v Krkonoších a od roku 1964 probíhala v různých místech středních škol s internátem anebo také v různých školících zařízeních. Za dobu existence Československa se zpravidla konala dvakrát v české části a jedenkrát ve slovenské části republiky. Tak se vystřídala místa: Žďár n. S., Vojtěchov u Nového Města na Mor., Jihlava, Hranice na Mor., Martin, Mariánské Lázně, Rajnochovice, Trenčín, Kvilda na Šumavě, Zemplínská Šírava, Praha, Banská Bystrica, Čáslav, Vysoké Mýto, Banská Štiavnica (některá z těchto míst opakovaně), dvanáctkrát poté soustředění bylo na Gymnáziu v Jevíčku a od roku 1997 jsou soustředění v penzionu (školícím zařízení) Táňa v Peci pod Sněžkou. V prvních 35 letech se soustředění pořádala společně s Matematickou olympiádou (MO), avšak od roku 1997 je FO a MO z organizačních důvodů pořádá již samostatně. Na soustředění FO je dopoledne intenzivní výuka, odpoledne sport a turistika, večer besedy o fyzice (a někdy také zábavný táborák).

Počty žáků a studentů zapojených do soutěže FO se v průběhu času dosti měnily. Pro představu uvedu několik čísel. První ročník (1959/60) podchytil v prvním kole 3203 žáků středních škol v české části a 999 ve slovenské části republiky. V 19. ročníku (1977/78) to již bylo 7181/3543 žáků středních škol. Ve 29. ročníku (1987/88) počty středoškoláků narostly dokonce na 9846/4291. U soutěžících ze základních škol byly počty ještě vyšší; pro obě části republiky byly v 1. kole tyto: 8. ročník FO – 11921/3859, 19. ročník FO – 17506/6213, 29. ročník FO – 22487/7246. Po změně politických poměrů v roce 1990 se začaly měnit i priority našeho obyvatelstva k různým hodnotám a projevílo se to i v přístupu žáků

k soutěžení ve FO. Dnes přesné statistiky bohužel již nevedeme, avšak soutěžících je jistě o řád méně. Tímto přístupem veřejnosti i škol ztrácují nejen schopní mladí lidé, avšak ve svém důsledku také stát. Mezi bývalými úspěšnými olympioniky je řada dnes úspěšných fyziků, např. *prof. RNDr. Mojmír Šob, DrSc.*, člen Vědecké rady AV ČR, *prof. RNDr. Jana Musilová – Štěpánková, CSc.*, prorektorka MU, *prof. RNDr. Petr Dub, CSc.*, emeritní prorektor VUT, *prof. RNDr. Bohumila Lenzová – Vlachová, CSc.* aj. (další růst olympioniků jsme bohužel nesledovali).

2. Přínos České republiky k Mezinárodní fyzikální olympiádě

Mezinárodní fyzikální olympiáda (ve zkratce MFO, v anglické mutaci *International Physics Olympiad – IPHO*) vznikla z podnětu *prof. RNDr. Rostislava Košťála* a ÚVFO v roce 1967. Profesor Košťál oslovil *prof. dr. Czeslava Scislawského* z Polska a *prof. dr. Rezső Kunfálviho* z Maďarska. Vypracovali návrh statutu soutěže a s vládními orgány Polska se dohodli, že 1. MFO bude uspořádána roku 1967 ve Varšavě. První MFO se zúčastnilo pět trojčlenných družstev, 2. MFO se konala roku 1968 v Budapešti. Na ČSSR připadl politicky nejméně vhodný termín – rok 1969; 3. MFO se nakonec hladce proběhla v Brně. Zásahu na tom má především profesor Košťál, který v Brně pro její průběh připravil vhodné podmínky. Také zde předložil ke schválení návrh nového Statutu MFO. Desátá MFO byla opět v ČSSR, konala se roku 1977 a její organizace byla svěřena samostatné Pedagogické fakultě v Hradci Králové. Tíhu její organizace nesl současný předseda ústřední komise FO *prof. RNDr. Ivo Volf, CSc.*

Brzo se k pořádajícím východoevropským zemím připojily i státy západní Evropy – Francie (1972), Spolková republika Německo (1974), Švédsko (1976) a později i státy mimoevropské. Dnes se této již celosvětové soutěže zúčastňují řešitelé ze všech pěti kontinentů. Např. 39. MFO se roku 2008 konala ve Vietnamu za účasti 376 studentů z 81 států a teritorií. České družstvo dosahuje na MFO dobrých úspěchů, někdy i vynikajících. Např. na 38. MFO čeští studenti získali dvě zlaté, jednu stříbrnou a dvě bronzové medaile. Podobně na 39. MFO byli naši soutěžící velmi úspěšní: dvě zlaté a jedna stříbrná medaile, dvě čestná uznání. Na obou těchto posledních soutěžích se Češi v neoficiálním hodnocení účasti jednotlivých států dosaženými výsledky umístili na prvním místě v rámci 25 soutěžících států Evropské unie. Od roku 1993 se MFO za Českou republiku zúčastnilo celkem 80 soutěžících, z nichž devět získalo ocenění zlatou medailí: *Tomáš Kočka* a *Martin Beneš* v USA (1993), *Tomáš Brauner* v Kanadě

(1997), *Jan Houšťek* v Itálii (1999), *Matouš Ringel* v Korejské republice (2004), *Pavel Motloch* a *Dalibor Mazáč* v Íránu (2007) a *Jan Hermann* a opět *Dalibor Mazáč* ve Vietnamu (2008). Dále naši soutěžící za toto období obdrželi 14 stříbrných a 25 bronzových medailí a 26 soutěžících získalo čestné uznání; úspěšnost členů českého družstva na MFO se tak dá vyčíst jako 92,5 %. Je to úspěšnost např. u našich sportovců naprosto nevídaná a přesto o ni ví tak málo lidí – je opět zřejmé jaké hodnoty média upřednostňují. V současné době se v Mexiku (Mérida, oblast Yucatán) připravuje na červenec 2009 jubilejní 40. ročník MFO.

3. Osobní ohlédnutí za uplynulými lety ve Fyzikální olympiádě

Můj životní osud je spojen s Fyzikální olympiádou již od samého jejího počátku. Když jsem v září 1957 začal na Vysokém učení technickém v Brně studovat 2. ročník, stal jsem se díky úspěchu u zkoušky z fyziky u prof. RNDr. Rostislava Košťála jeho pomocnou vědeckou silou. Od 1. října 1959 mě rektor VUT *prof. Ing. Vladimír Meduna* jmenoval asistentem na katedře fyziky s vyučovací povinností (v laboratořích). Jedním z mých úkolů na katedře bylo také pomáhat profesorovi Košťálovi při jeho aktivitách – a to v té době právě bylo zakládání a rozběh FO. Když roku 1959 začala FO fungovat jako statutární soutěž, stal jsem se dnem 23. listopadu 1959 členem krajského výboru FO pro tehdejší Brněnský (později Jihomoravský) kraj (v této funkci jsem zde byl až do roku 1978, kdy jsem se přestěhoval do Hradce Králové). Po absolvování VUT a dvouleté praxi ve výzkumu parních turbín jsem dnem 1. srpna 1963 přešel k profesorovi Košťálovi do Vyškova na Vysokou vojenskou školu, kde on dělal vedoucího katedry fyziky a já odborného asistenta. Hned roku 1964 mě vyslal jako lektora na celostátní soustředění FO (tehdy konaném na průmyslovce ve Žďaru n. S.). Od té doby (až do roku 2008) jsem se jako lektor zúčastnil všech 45 dosud konaných celostátních soustředění.

Vedle odborné práce pro FO jsem se vždy snažil získat pro nejúspěšnější soutěžící v FO také nějakou mimořádnou odměnu za jejich úspěch v soutěži. Když v dubnu roku 1961 Jurij Gagarin úspěšně odstartoval na oběžnou dráhu kolem Země, napadlo mě nechat ocenit devět nejlepších řešitelů FO (po třech v kategoriích A, B, C) v Jihomoravském kraji tím, že je nechám uvést do stavu beztláče v rámci vyhlídkového letu nad Brnem. Získal jsem pro tuto myšlenku podporu krajského výboru mládežnické organizace (tehdy to byl ČSM) a na letišti Svazarmu v Brně-Tuřanech jsem akci dohodl s pilotem Františkem Novákem, mistrem světa v dálkovém pře-

letu na sportovním letadle. První tyto lety s olympioniky se uskutečnily již v červnu 1961 a protože měly velký úspěch, podařilo se mi je zorganizovat ještě ve třech následujících letech. Zázitkem pro všechny jistě byl nejen pohled na Brno a jeho krásné okolí z oken a prosklené podlahy malého letadla z výšky asi 1000 m (létalo se sportovním Meta-sokolem anebo aerotaxi Avie 45). Vyvrcholením byl stav beztlíže, který pilot provedl tak, že nejprve letadlo uvedl do letu po mírně stoupající přímočaré trajektorii maximální možnou rychlostí a poté přešel do obloukové (konkávní) trajektorie ve svislé rovině. Vlastní stav beztlíže empiricky nastavil tak, že výškovým kormidlem (kniplem) měnil poloměr křivosti trajektorie pohybu letadla tak, až se předmět (zapalovač) ležící na mé dlani z ní právě vznesl. V té chvíli se tíhové zrychlení v neinerciální vztažné soustavě letadla právě vyrovnalo s odstředivým zrychlením ($g = v^2/r$). Když se pilotovi někdy „podařilo“ nastavit poloměr křivosti menší, výsledné zrychlení mířilo vzhůru ke stropu kabiny. Stejnou tendenci měly i žaludky nás cestujících (občas přítomné studentky to vůbec nesnášely). Psychicky méně příznivě působil pohled z kabiny do ulic Brna (stejně pocity totiž člověk má při skoku z velké výšky, např. z 10 m věže do vody). Tyto akce s lety nad Brnem bohužel skončily v situaci, kdy bylo třeba ze strany ČSM finančně podpořit blížící se světový festival demokratické mládeže.

V roce 1966 se profesor Košťál stal předsedou ÚVFO a já na jeho návrh členem tohoto orgánu (zde jsem se také poznal s Ivo Volfem, který v ÚV také právě začínal; oba zde pracujeme dodnes). V této době jsem byl jako Košťálův asistent také zapojen do přípravných prací na vznik MFO; především jsem na tuto první MFO připravoval (společně s *RNDr. Aloisem Klevetou* a *Stanislavem Zhejbalem*) družstvo ČSSR. Tato funkce v přípravě družstev na MFO mi zůstala dodnes – připravoval jsem naše soutěžící na všech 39 dosavadních MFO. Když se roku 1969 připravovala a konala 3. MFO v Brně, byl jsem členem organizačního štábu a připravil také jednu soutěžní úlohu. Tehdejší akce se konala ve velmi složité a politicky vypjaté atmosféře a byla velice psychicky náročná, zejména pro profesora Košťála. Všichni jsme si oddechli, když soutěž v červenci 1969 úspěšně skončila. Jak je známo, poté v srpnu se konaly v Brně demonstrace a pouliční boje, které v krvi ukončily až české tanky.

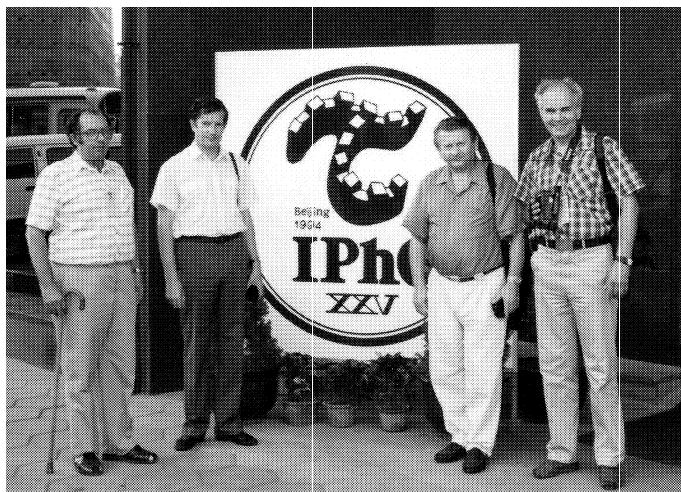
Roku 1975 se konala 8. MFO v NDR v Güstrowě. Tehdy měl dělat pedagogického vedoucího doc. RNDr. Bohumil Vlach, avšak ze zdravotních důvodů svou účast krátce před odjezdem odmítl; profesor Košťál požádal

o účast mne, avšak já ji s lítostí musel odmítnout, protože jsem měl již vyjednanou cestu do Ruska a Mongolska. Tak jel RNDr. Alois Kleveta. Mně čekala účast jako pedagogického vedoucího na dvou následujících olympiádách: na 9. v Budapešti a 10. v Hradci Králové. Hradecká MFO v roce 1977 zcela změnila můj profesní a osobní život – děkan fakulty mě v průběhu soutěže požádal, abych přešel do Hradce Králové (rád jsem tak učinil, protože 15 let na vysoké škole u vojáků mně stačilo). Po rozpadu federace, od roku 1993, jsem se stal místopředsedou ÚVFO a absolvoval jsem všechny následující MFO (14 s profesorem Volfem a poslední dvě s doktorem Křížem): USA (1993), Čínská lidová republika (1994), Austrálie (1995), Norsko (1996), Kanada (1997), Island (1998), Itálie (1999), Velká Británie (2000), Turecko (2001), Indonésie (2002), Tchaj-wan (2003), Korejská republika (2004), Španělsko (2005), Singapur (2006), Írán (2007) a Vietnam (2008).

Jedním z mých úkolů ve Fyzikální olympiádě také je sestavování vhodných (dostatečně náročných) úloh pro soutěž. V průběhu 50 let jsem sestavil a podal řešení asi 200 úloh pro FO, včetně úloh experimentálních (přesná statistika mi chybí). Oblíbenou mou činností v FO byla a je tvorba studijních textů pro soutěžící. Dosud jsem jich napsal 28 (z nich 8 jako spoluautor); 16 textů po roce 1995 vyšlo jako samostatné svazky Knihovničky FO. Tyto texty obsahují také stovky přiměřeně náročných úloh a vzorových řešení příkladů pro soutěžící.

Společenské a materiální ocenění mladých úspěšných fyziků, bylo a bohužel stále je velmi malé. Proto mne i na celostátní úrovni mého působení v FO napadaly různé cesty jak tyto mladé nadané a pilné studenty nějak mimořádně ocenit. V období plánovaného socialistického hospodářství před rokem 1989 to bylo obzvlášť obtížné. Využil jsem např. situace, kdy se reorganizovala po roce 1970 mládežnická organizace (vznikl SSM) a v počátečním stadiu jeho rozvoje, kdy měl ještě málo plánovaných akcí, jsem je získal pro podporu soutěžících v FO. Tak např. po řadu let získávali všichni účastníci celostátního kola kategorie A (těch bylo tehdy na federální úrovni 90) nějaký dar, např. výpravnou obrazovou publikaci. Pro nejlepších 12 reprezentantů Československa na mezinárodních olympiádách z fyziky a matematiky se mi za podpory SSM podařilo o prázdninách let 1970 až 1974 zorganizovat týdenní rekreační pobyty na zajímavých místech republiky. Tyto pobyty se uskutečnily v Chomutově u Kamencového jezera (zde s námi byl i profesor Košťál), ve Vrátné dolině na Malé Fatře,

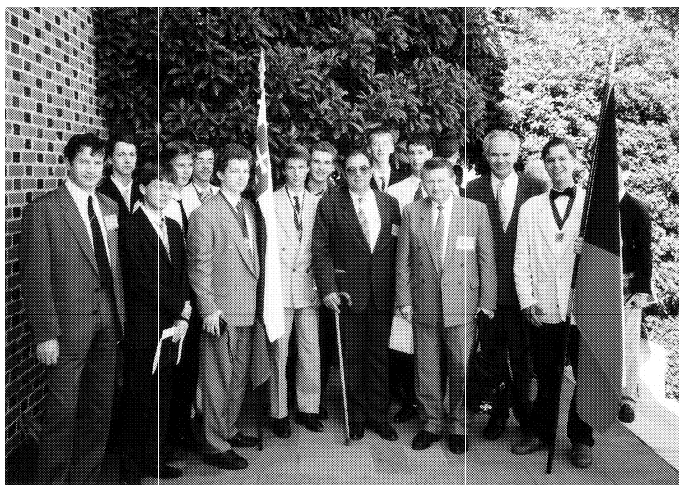
v Chlébském (na střední Moravě u Nedvědice), v Davli (na soutoku Sázavy s Vltavou) a v letovisku na Slapské přehradě. Rekreační pobyt (spojený většinou s turistikou) byl večer doplňován zajímavými přednáškami a besedami o fyzice. Akce opět ustaly, když SSM finance soustředil na podporu dalšího světového festivalu mládeže a studentstva.



Představitelé Fyzikální olympiády v České republice a ve Slovenské republice na 25. MFO v Číně v roce 1994. Zleva: prof. RNDr. Ivo Volf, CSc. (ČR), prof. Ing. Ivo Čáp, CSc. (SR), prof. Ing. RNDr. Daniel Klivanec, CSc. (SR) a prof. Ing. Bohumil Vybíral, CSc. (ČR)

Po roce 1990 se politická situace zcela změnila a s ní i podmínky pro hledání sponzorů FO. Federace (ČSFR) se rozpadla a s ní i FO. Úspěchy nyní jen českých studentů na MFO byly často vynikající. Byl jsem si vědom, že tito mladí lidé svým úspěchem zlepšují věhlas České republiky, jsou zárukou jejího dalšího duchovního rozvoje a zasloužili by si nějaké mimořádné ocenění. Tak mě roku 2000 napadlo oslovit mecenáše, bývalého velkého podnikatele na Kanárských ostrovech, emigranta z roku 1949, *Bohuslava Jana Horáčka*, který hodlal v České republice udělovat prestižní ceny *Praemium Bohemiae* význačným českým vědcům, kteří se výrazně zasloužili o rozvoj vědy ve světovém rozměru. Prostě jsem mu navrhl, aby ceny jeho Nadace udělovala také mladým úspěšným olympionikům a tak je motivovala k další práci ve vědě. Kromě úspěšných fyziků, mezinárodních olympioniků, jsem navrhl stejně oceňovat také matematiky, chemiky,

biology a informatiky. On na můj návrh přistoupil a od roku 2001 se ceny Nadace Bohuslava Jana Horáčka Českému ráji Praemium Bohemiae slavnostně udělují na státním zámku Sychrov – vždy v den narozenin (4. prosince) dnes již zemřelého mecenáše. Za sedm ročníků (2001 – 2007) bylo mladým úspěšným olympionikům uděleno celkem 151 cen Praemium Bohemiae v celkové výši 3 miliony Kč a pěti zasloužilým českým vědcům 5 cen v celkové výši také 3 miliony Kč.



Slovenské a české družstvo na 24. MFO v USA roku 1993 (i když republiky jsou již rozdělené, stále jsme kamarádi). Zde Češi byli úspěšní, když získali dvě zlaté a dvě stříbrné medaile.

Literatura

- [1] *Klivanec D., Zelenický L., Hašková A.*: 30 roků Fyzikální olympiády v ČSSR. 16 s. Nitra: ÚVFO, 1989.
- [2] *Klivanec D., Volf I.*: Mezinárodní fyzikální olympiády. 30 s. Hradec Králové: MAFY, 1993.
- [3] *Klivanec D., Volf I.*: Čtyřicet let Fyzikální olympiády. 6 s. Dostupné na internetové adrese: <http://sf.zcu.cz/rocnik06/cislo04/40fo.html>.
- [4] 29 svazků: Ročenka Fyzikální olympiády. Praha: SPN, 1962 až 1993.
- [5] *Vybíral, B.*: 7 almanachů *Praemium Bohemiae* 2001 – 2007. Turnov: Nadace B. J. Horáčka Českému ráji, 2001 až 2007.
- [6] Internetové stránky Fyzikální olympiády: www.uhk.cz/fo a <http://fo.cuni.cz>.