

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Alena Šolcová; Michal Křížek

Numerický matematik a astronom Zdeněk Kopal

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 49 (2004), No. 3, 244--257

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/141234>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2004

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

- [9] KLEE, V., MINTY, G.: *How good is the simplex algorithm?* In: O. SHISHA, ed., „Inequalities-III“. Academic Press, New York 1972.
- [10] LAWLER, E. L.: *Velký matematický sputnik roku 1979*. PMFA 27 (1982), 39–47.
- [11] LOVÁSZ, L.: *Je nový algoritmus lineárního programování lepší nebo horší než simplexová metoda?* PMFA 26 (1981), 193–202.
- [12] NESTEROV, Y. E., NEMIROVSKY, A. S.: *Interior Point Polynomial Algorithms in Convex Programming*. SIAM Publications, Philadelphia, USA, 1994.
- [13] *Optimization Online*. URL: <http://www.optimization-online.org>
- [14] VANDERBEI, R. J.: *Linear Programming. Foundations and Extensions*. Kluwer Academic Publishers, Boston/London/Dortrecht 1997.
Elektronicky přístupné na <http://www.princeton.edu/~rvdb/LPbook/index.html>
- [15] WRIGHT, M. H.: *The interior-point revolution in constrained optimization*. In: R. DE-LEONE, A. MURLI, P. M. PARDALOS, G. TORALDO: *High-Performance Algorithms and Software in Nonlinear Optimization*, 359–381, Kluwer Academic Publishers 1998.

Numerický matematik a astronom Zdeněk Kopal

Alena Šolcová a Michal Krížek, Praha

Zdeněk Kopal se narodil 4. dubna 1914 v Litomyšli. Krátce nato se rodina přestěhovala k rodičům matky do Jičína. Otec byl moderním filologem, znalcem francouzského jazyka, později profesorem Univerzity Karlovy, členem Královské české společnosti nauk a České akademie věd a umění. Po vypuknutí 1. světové války byl povolán do armády, kde zůstal více než čtyři roky. Na Zdeňka měl proto velký vliv jičínský dědeček Josef Lelek ([23, s. 53]). Byl to patrně právě on, kdo jej přivedl k astronomii. V 16 letech mu daroval vytoužený Atlas nebe. Důležité dědictví mu zanechal i otec — byl mu příkladem toho, jak má vypadat život vědce v jakémkoliv oboru:

Nepřestávat ve studiu, zůstat do posledních dnů života zvědavým studentem.

První Kopalovy vzpomínky jsou spojeny s Jičínem, s pohledem na věže kostela sv. Ignáce, s přírodopisným kabinetem měšťanské školy, kde působil jeho dědeček. Ještě v době, kdy české země patřily k Rakousko-Uhersku, naučil tatínek při svých návštěvách čtyřletého Zdeňka zpívat revoluční Marseillaisu francouzsky. Malý chlapec

RNDr. ALENA ŠOLCOVÁ (1950), katedra matematiky FSV ČVUT, Praha, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, e-mail: solcova@mbox.cesnet.cz

Prof. RNDr. MICHAL KRÍŽEK, DrSc., (1952), Matematický ústav AV ČR, Žitná 25, 115 67 Praha 1, e-mail: krizek@math.cas.cz, <http://www.math.cas.cz/~krizek>

Předneseno na semináři „Zdeněk Kopal — život a dílo“ v Litomyšli dne 4. 4. 2004.

ji pak odvážně předváděl při různých příležitostech, a tak pomáhal rodině ve válečné době při získávání obtížně dostupných potravin (viz [23, s. 45]). Projevoval i výtvarný talent, když náruživě kreslil po stěnách svého pokoje. Pozoruhodné je, že si nevzpomíná na společné hry se svým starším bratrem Milošem, s nímž si dokonce asi do pěti let vykal.



Obr. 1. Zdeněk Kopal (foto: A. Růkl).

V zimě 1919 se Kopalovi přestěhovali zpět do Litomyšle. Zde začala Zdeňkova školní léta. Do konce života nezapomněl na své tamější první přátele Marušku Špalovou a Mirka Šťastného (později profesora stavebního inženýrství na technice v Brně, viz [23, s. 46]). Vzpomínal mezi jiným také na to, jak se jako sedmiletý setkal s Aloisem Jiráskem.

Když bylo Zdeňkovi Kopalovi 9 let, přestěhovala se rodina za otcem do Prahy do vily na Pernikářce. Ve školní docházce pokračoval malý Zdeněk v Košířích. První samostatná prázdninová cesta do kolonie k Jaderskému moři se mu zalíbila až tehdy, když zde vyhrál šachové mistrovství. Cestou tam mu totiž děti strhly čepici. Zdeněk si hned rodičům postěžoval „... dějí se tu neslýchané násilnosti...“ a přál si vrátit se domů. Přizpůsobit se režimu ve studentské kolonii nebylo pro něj snadné: „Živelná neschopnost podrobit se nějakému řádu zůstala u mě v plné intenzitě dodnes — nesnesu jakéhokoliv omezování, kromě toho, které si uložím sám.“ (Viz [23, s. 17].) Pobyt

v kolonii jej přivedl též k prvnímu literárnímu pokusu, se zaujetím napsal stať o moři. Uvědomil si přitom základní rys své povahy: „hrázu před nudou, nutnost stále se něčím cele zabývat.“

Léta dospívání a počátky studia

Po ukončení školy v Košířích nastoupil Kopal na smíchovské reálné gymnázium v Husově ulici (dnešní Drtinova), kde maturoval v roce 1933. V jubilejním almanachu [A] najdeme jména jeho učitelů a spolužáků. Jako primán se na prázdninové cestě do Harrachova seznámil s básníkem Viktorem Dykem a jeho paní. Na rozmluvy s nimi rád vzpomínal. K jeho oblíbeným činnostem patřil sběr brouků a později též sběr zkamenělin v pražském okolí. Dozvídáme se o tom z korespondence s dědečkem z doby, kdy Zdeňkovi bylo dvanáct let (viz obr. 2).

15. III. 1892/6

Milý dědečku!

Přišli jsme všichni k tvému svátku. Hnusám nám ještě hodně dlouho tívá a cíly, aby jsi se mohl k nám co nejčasněji podívat. Odpusť mi, že jsem ti ne-napsal básničku k tvému svátku. Kdož jsem se jaksi do „poetické nálady“ dostal. Tebe roků říje ve znamení brouků. Uvěl jsem ti na dost udělo. Ji barevnou polevou roháče, ale malinka mi říká, že by se cestou pole mala. Velikonoční prázdniny násť mají nyní velice krásy, již 27 km a končebně jme čekali, že se k nám podíváš a že ti ukáže své brouky. Ať jak doufáme, že do prázdnin Fráclora. ba poleví, a navštíví nás. Mjje sbírka velmi užitečně roste. Učlá jsi asi 100

exemplářů. Tomujitím rozostřuje ji v pradejuel lelecl na veskere' statul bicobal. lovc a mineraly. Ami no hodim od jia hy valera se rozostre' tokopost ubot, proslaven' valeriste trilobiti, rukne celému světu jako „Český silur“. Kluj přitel Rollera mi ukaroval, jaké krásné trilobity si přinesl v ubli malikam velmi často mnoholky pikne' obisty kamensuklie a strasove

flory i fauny. Myslim, že by to nebylo přitě hloupi, udělali si sbírku beroballovci dopřítion, ^{postlunam} spisky a ukarovali geologickými popřípadě ještě minerály sbírku vhodně doplnovati. Tak bycl říšel jikuj materiál, k z klerečo bycl mohl čerpati poučení další. Joly jsem si byl

Obr. 2.

O rok později opět dědečkovi píše:

V Praze, dne 16. března 1927

Milý dědečku,

přeji Ti vše nejlepší ku dni tvých sedmašedesátých jmenin! Buď ještě hodně dlouho živ a zdrav, abychom Ti gratulace k jmeninám mohli ještě dlouho a dlouho posílati. Na den tvého svátku vzpomínati budeme na tě se přáním, abys ještě dlouho zůstal zdrav a šťasten.

Budeme slaviti též svátek tatínkův. To víš, to je o tom mezi ženským pohlavím šuškáni a šeptání, aby se oslavenec dříve nedozvěděl, co se mu chystá (myslím „od plotny“). K tatínkovu svátku jsem složil delší humoristicko-satirickou báseň.

Já zatím jen málo vypadám ze své fádni přírodovědecké práce. K dohotovení dvou osívdel se nemohu a nemohu dostati, k sítkám anal. stolečku, sbírám a zahrádce také ne. Právě před nemocí jsem byl v nejpilnější práci, dlouhá nemoc a obrovské horečky moji přepjatou energii značně podlomily, nyní mě ještě malé horečky stále trápí a do svého „tempa“ jsem se dosud nedostal. Chystám větší vědeckou práci „Dějiny evoluční teorie“, však pro liknavé vypůjčování tatínkovo literatury z univerzitní knihovny, měl jsem tady doposud jen Darwin: Origin of Species a Presl: Ssavecstvo, půjde-li práce takto pomalu, sotva bude dříve hotova než do dvou let, neb bude dosti obsáhlou. To ti poví toto, že Darwin ve svém historickém nástinu transformační nauky vypočítává 34 autory, já však jsem jich našel již 42. Většinu ostatních z Rádlovy: Romantické vědy, hlavní pramen jest Rádlovy: Dějiny vývojových teorií. V seznamu literatury mám již 64 spisů, (tatínek k Boileauovi 82).

Ve škole nyní dostávám „vělu za velou“, a mohl bych býti spokojen, kdybych nepociťoval někdy dosti citelně ztrátu tempa.

Ještě jednou přeje Ti vše nejlepší a líbá Tě

Tvůj vděčný vnuk Zdeněk

Zdeněk si zařídil akvárium, influenční elektriku, chtěl si pořídit Roentgenovou lampu, telefon a přál si mít laboratoř, aby se stal bakteriologem. Neustále toužil konat veliké věci ([23, s. 19, 51]). Se zaujetím četl. Hltal verneovky, z nichž si odnesl, jak sám říká, „úctu k vědě a sklon k přírodním vědám.“

Ovlivněn četbou si představoval „vědu a její bádání jako namáhavý postup tropickou džunglí, . . . “ (viz [23, s. 20]). Pokusil se o vydávání studentského časopisu ([K, s. 27]). Ve čtrnácti letech si postavil dalekohled a pečlivě pozoroval oblohu. Brzy se dozvěděl o existenci České astronomické společnosti, stal se jejím členem v roce 1929 a docházel na Štefánikovu hvězdárnu na Petříně. Soustředil se na výzkum proměnných hvězd. O jejich počtech a vlastnostech sestavoval přehledy a svá pozorování zakresloval do map. Studoval odborné i populární spisy z knihovny hvězdárny. V průběhu tří let vykonal více než 10 000 pozorování (viz [Z]). Když mu bylo šestnáct let, stal se

předsedou odborné sekce pro pozorování hvězd měnlivých. Pod jeho vedením se stala sekce jedním z evropských středisek pro výzkum proměnných hvězd.¹⁾ Kopal zahájil vydávání věstníku sekce a navázal kontakty se zahraničními hvězdárnami. Už jako sextán konal odborné přednášky pro veřejnost a v sedmnácti poslal článek o svých výsledcích do význačného evropského časopisu *Astronomische Nachrichten* (viz [G]).

Matematice jej ve vyšších třídách učil profesor dr. Ladislav Klír ([23, s. 54]). Zdeněk Kopal na něho po dlouhých letech vzpomíná:

Být inspirován a veden takovým učitelem, v letech, kdy se utváří osobnost člověka, to je dar, který nelze nikdy plně splatit. . .

Jeho poselství, že matematika je „pravda a krása“, které nám neustále sděloval, jsem se během své vlastní pedagogické dráhy v různých částech světa snažil předávat dalším.

Období velkého rozhodování

Zdeněkův starší bratr Miloš se věnoval právu, promoval v roce 1934. Vydal se na právě tu profesionální dráhu, kterou si přáli jeho rodiče.²⁾ Zdeněk však své rodiče překvapil. Potvrzuje to i údiv otce: *Ale co budeš dělat, hochu, s diplomem z přírodních věd?*

V září 1933 se Zdeněk rozhodl k překladu díla Jamese Jeansa *The Mysterious Universe* (Tajemný vesmír) do češtiny (viz [J]). O vydání na vlastní náklady se domluvil s Františkem Kadavým³⁾ a se studentem geologie Josefem Štorkem. Jeansova kniha byla ve třicátých letech v Evropě velice populární a česká verze byla v pořadí 28. překladem tohoto díla. Kopal rovněž zpracovával rukopisy pro časopis *Říše hvězd*, kam později i přispíval. Tehdejší ředitel hvězdárny a redaktor časopisu Otto Seydl žádal o pomoc. Potřeboval mladého a šikovného spolupracovníka. Zdeněk však zároveň uvažoval o budoucím studiu. Rodiče jej chtěli odvrátit od studia lékařství. Přáli si, aby se stal učitelem. Ale mladý Zdeněk se chtěl rozhodnout sám. Ve svých vzpomínkách uvažuje:

Rozhodně nepadnu jako sériový výrobek do produkce středoškolských profesorů . . . Myslím, že bych dovedl být průměrným hvězdářem, ale matematickým géniem nikdy ne, ale chceme-li dnes v astronomii udělat něco velkého, je to nezbytno . . . rozhodně nepustím svůj osud z rukou a rozhodnu se, ať se to komu líbí nebo nelíbí. (Viz [K, s. 34].)

Rozhodl se ke studiu na přírodovědecké fakultě. Se starším kolegou Hubertem Sloukou (1903–1973) se chystal založit matematickou sekci při České astronomické společnosti. H. Slouka doporučil uveřejnit jejich společnou práci o proměnných hvězdách v angličtině. V takto bohatě naplněných dnech odbornou činností nebyly ale dvacetiletému Kopalovi cizí ani běžné zájmy tehdejšího mladého muže. Ve vzpomínkách najdeme i poznámku o tanci s půvabnou herečkou Lídou Baarovou ([K, s. 33]).

¹⁾ V r. 1933 převzal po Kopalovi vedení sekce Vladimír Vand (1911–1968).

²⁾ Zahynul však při lyžování ve Vysokých Tatrách v březnu 1948.

³⁾ František Kadavý (1896–1972) byl prvním ředitelem Štefánikovy hvězdárny od roku 1928.

Univerzitní studia

Mezi učiteli na tehdejší přírodovědecké fakultě UK na Kopala působili fyzikové František Záviška (byl pro něj vzorem, jak by si měl počínat profesor přírodních věd v posluchárně [23, s. 117]), Václav Dolejšek, matematici Eduard Čech⁴⁾ a Václav Hlavatý a též astronom František Nušl s vynikajícím smyslem pro numerickou matematiku. Kopal oceňoval jeho přednášky ze základů astronomie. Také další dva vědci významně ovlivnili Kopalovu životní dráhu: Vincenc Nechvíle (1890–1964) a Erwin Finlay Freundlich⁵⁾ (1885–1964). Vincenc Nechvíle, nositel francouzské Lalandovy ceny, si již dříve vybral gymnazistu Kopala jako pomocníka k pozorování planety Eros při jejím přiblížení k Zemi. Seznámil jej s nebeskou mechanikou a s Clairautovou teorií rovnovážných stavů nebeských těles. Freundlich přišel do Prahy koncem roku 1936 z Istanbulu. Jeho zahajovací přednáška o vnitřní stavbě hvězd 13. ledna 1937 na Kopala silně zapůsobila. Stal se pravidelným návštěvníkem Freundlichova ústavu na Německé univerzitě v Praze. Tehdy uzavřené přátelství mezi mladým studentem a zralým vědcem trvalo do posledních dnů Freundlichova života. Od roku 1951 působili oba blízko sebe ve Velké Británii: Freundlich na Napierově stolici ve skotském St. Andrews a Kopal v Manchesteru.

Překlad díla Jamese Jeanse Kopalovi pomohl nejen k tomu, že se naučil anglicky, ale také k pokrytí finančních nákladů cesty na Dálný východ za zatměním Slunce. Strávil na této cestě více než čtyři měsíce. S dalekohledem na zádech urazil více než 40 000 km až na ostrov Hokkaidó. Získal přitom mnoho praktických zkušeností. Vědeckým posláním cesty bylo pořídit fotografie sluneční korony při úplném zatmění Slunce pro fotometrické účely.

Válečná léta v Harvardu a na MIT

Po absolvování Karlovy univerzity v roce 1937 pokračoval Kopal ve studiu v anglické Cambridge u Arthura Stanleje Eddingtona. Kurs Eddingtonových přednášek o vnitřní stavbě hvězd upoutal pouze tři posluchače: jednoho z Číny, druhého z Austrálie a třetím byl Zdeněk Kopal z Prahy. Podle Kopalových vzpomínek byl Eddington velmi ostýchavý řečník, ale svým studentům byl téměř v kteroukoli denní i noční dobu k dispozici.

Pak podal Kopal žádost o postgraduální stipendium v Americe určené mladým vědcům. Dostal tři nabídky: z observatoře na Mt. Wilsonu, z Berkeley a z Harvardovy univerzity. K rozhodnutí, které z nich přijmout, přispěly finanční podmínky poslední nabídky, a také harvardský Dr. Harlow Shapley (1885–1972), který byl další osobností, jež ovlivnila Kopalův život.

⁴⁾ Eduard Čech (1893–1960) byl později prvním ředitelem Matematického ústavu ČSAV.

⁵⁾ Erwin Finlay Freundlich studoval matematiku u Felixe Kleina v Göttingen. Připojil se k prvním zastáncům teorie relativity. Byl také jedním z prvních, kteří se věnovali jejímu experimentálnímu ověřování. V roce 1921 založil Einsteinův ústav v Postupimi a stal se jeho prvním ředitelem.

Dříve než Kopal opustil Evropu, oženil se v létě 1938 s Ing. Alenou Müldnerovou, spolužačkou z gymnázia. Za svědky byli jeho učitelé V. Nechvíle a E. Freundlich. V září 1938 opustili Kopalovi na mnoho let Československou republiku. Na lodi se dozvěděli o mnichovské dohodě, která tragicky ovlivnila osud naší vlasti. Na Harvardově univerzitě působil kromě Harlowa Shapleyho i slavný Henry Norris Russell⁶⁾, Kopalův předchůdce v pozorování zákrytových proměnných hvězd. Russellovou ani Shapleyho doménou nebyla matematika. Žádný z nich nemiloval numerické výpočty. Kopal vzpomíná na to, jak se Russell bránil novým metodám a pomůckám k výpočtům:

Při své matematické činnosti jen zřídka opouštěl „ochranná křídla“ logaritmického pravítka ... všemu, na co pravítko nestačilo, instinktivně nedůvěřoval.

Četné výpočty vykonávala ve skutečnosti Martha Betzová (1890–1981), později Shapleyová. Sám Shapley ovšem dospěl k tomu, jaké jsou skutečné rozměry naší Galaxie a kde je její střed ([23, s. 157]).

V Harvardu se věnoval Kopal analýze světelných křivek zákrytových proměnných hvězd. Z nich lze získat údaje o velikostech jednotlivých složek, o jejich teplotě, hmotnostech apod. Rok 1940 znamená počátek Kopalova intelektuálního dobrodružství, hledání nových metod a iteračních postupů. Později se stala Kopalovi předmětem analýzy místo samotné světelné křivky její Fourierova transformace.

Během války působil Kopal kromě Smithovy observatoře Harvardovy univerzity v Cambridge též v Massachusetts Institute of Technology (zkráceně MIT), jehož budovy jsou nedaleko Harvardu. V roce 1942 pomáhal při výuce námořních důstojníků. Vysvětloval jim navigaci podle nebeských těles. V analytickém středisku elektronického oddělení MIT sestavoval dělostřelecké tabulky pro potřeby námořnictva. Měli tam sice dva diferenciální analyzátoři ([23, s. 188]), ale kvalitu těchto „počítačů“ si dnes již nedovedeme představit. Kopal vzpomíná na nepřesný Buschův mechanický analyzátor a nepřesný Rockefellerův elektronický analyzátor RDA 2, který byl navíc notně pomalý ([23, s. 193]). Kolem Kopala vznikla skupina, která měla asi 60 členů. Pracovali nepřetržitě na směny po celých 24 hodin. Kopal zmiňuje, jak se k nim připojil Richard Prager⁷⁾ — poslední zastávce logaritmu a odpůrce výpočtů prováděných stroji! Ale v této skupině pracovalo na výpočtech také mnoho žen, které Kopal ve svých vzpomínkách zahrnuje respektem. Později se staly jeho pomocnicemi při poválečných kursech numerické analýzy. Při vši této práci si Kopal však vždy našel čas na to, aby strávil několik hodin týdně na hvězdárně.

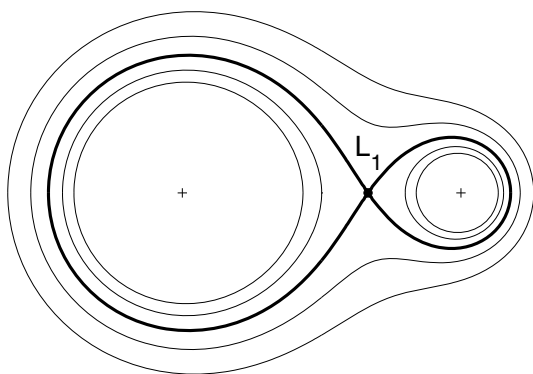
Později byla skupina oficiálně vyzvána, aby rozšířila oblast svého zájmu na teoretickou práci související s pohybem dělostřeleckých nábojů vzduchem nadzvukovou rychlostí a prozkoumala velikost odporu, který náboji klade atmosféra. Kopal sestavoval tabulky proudění nadzvukovými rychlostmi kolem projektilů (MIT, 1947).

⁶⁾ H. N. Russell (1877–1957) je spoluautorem známého Hertzsprungova-Russellova diagramu.

⁷⁾ Richard Prager (1883–1945), autor katalogů proměnných hvězd vydaných v letech 1934 a 1936.

Ke Kopalově skupině byl později přidělen Norbert Wiener (1894–1964) jako matematický poradce, vynikající znalec Fourierových transformací v komplexním oboru a zakladatel kybernetiky. Zdeněk Kopal vzpomíná, že otec Norberta Wienera, Leo Wiener, profesor slovanských jazyků, vybavil Widenerovu knihovnu Harvardovy univerzity prvotřídní sbírkou českých knih. Pro Kopala to znamenalo důležité pojitko s domovem.⁸⁾ Kopal se setkával a spolupracoval s významnými světovými vědci. V poválečné době se také v Princetonu setkal s Albertem Einsteinem. Traduje se, že se jej ptal na to, zda pracoval již v Praze na obecné relativitě. Einstein odpověděl kladně s odůvodněním, že se tehdy nemusel tolik věnovat administrativě.

Začátkem února 1948 byl Zdeněk Kopal jmenován mimořádným profesorem numerické analýzy na MIT. Vedl zde výběrové kursy z numerické analýzy pro pokročilé a postgraduální studenty. Přitom se stále věnoval studiu zákrytových dvojhvězd. Po mnoha výpočtech z pozorovaných dat si uvědomil, že těsné dvojhvězdy nemohou mít kulový tvar jako ty osamělé. Mají kapkovitý tvar, který lze matematicky popsat pomocí Rocheovy ekvipotenciální plochy (viz obr. 3 a 5). Pro astronomii tak Kopal objevil, že matematický model francouzského matematika Edouarda Alberta Roche (1820–1883) má velký význam při popisu skutečného tvaru složek dvojhvězd (viz [5], [19], [24]). Čím je tvar složek protáhlejší, tím dříve způsobí slapové síly jejich vázanou rotaci. Ekvipotenciální plocha procházející Lagrangeovým libračním bodem L_1 se nazývá *Rocheův lalok*. Hypotézu přetékání hmoty z jedné složky na druhou přes bod L_1 ovšem Kopal nikdy nepřijal.⁹⁾ Výzkum těsných dvojhvězd měl u nás tradici už před Kopalem (viz např. pozorování Vojtěcha Šafaříka), ale Kopal jej pozvedl na světovou úroveň. V roce 1948 vznikla komise pro fotometrické dvojhvězdy Mezinárodní astronomické unie (IAU) a Kopal se stal jejím prvním předsedou.



Obr. 3. Rocheův lalok.

⁸⁾ Poznamenejme ještě, že Norbert Wiener byl hostem v Lánech. Kromě mnoha jazyků ovládal i čínštinu. Zajímavé jsou Kopalovy vzpomínky na Wienerovo učitelské působení (viz [23]).

⁹⁾ Je zajímavé, že vnitřní úhel křížení vrstevnic gravitačního potenciálu v bodě L_1 téměř nezávisí na hmotnostech obou složek. Tento úhel je přibližně $2 \times 57^\circ$.

Působení v Manchesteru

Do Evropy se Kopal vrátil ve věku 37 let. Ujal se vedení katedry astronomie na univerzitě v britském Manchesteru. Jako každému teoretikovi mu stačila k práci pouze „tužka a papír“. Věnoval se studiu základních vlastností těsných dvojhvězd a aplikované matematice. Ukázal, že proces dešifrování získaných fotometrických údajů je v podstatě matematický problém, rozluštění kódu se však musí věnovat astrofyzikové. Při výzkumu těsných dvojhvězd uplatnil Fourierovu analýzu.

V roce 1955 Kopal publikoval obsáhlou monografii *Numerical Analysis* [3] o 556 stranách, kterou vydalo londýnské nakladatelství Chapman & Hall. Je to ucelené dílo, které systematicky pojednává o základních metodách numerické matematiky (jako jsou např. metody polynomiální interpolace, numerické derivování a integrování, numerické řešení obyčejných diferenciálních rovnic s počátečními nebo okrajovými podmínkami, numerické řešení integrálních a integrodiferenciálních rovnic). O deset let později na tuto monografii navázal Kopalův žák Anthony Ralston svou slavnou učebnicí [R1], kde v předmluvě svému učiteli upřímně děkuje.

V roce 1958, kdy se začalo uvažovat o letu člověka na Měsíc, navázal Kopal spolupráci s NASA. V roce 1959 se stal vedoucím projektu, který měl za úkol pořídit detailní mapy Měsíce (viz [8], [14]). Fotografování probíhalo na horské observatoři Pic du Midi ve francouzských Pyrenejích pomocí čočkového dalekohledu o průměru 60 cm. Snímky se zpracovávaly v Manchesteru a Pasadeně. Kopal se pak věnoval podrobné topografii Měsíce, zejména v souvislosti s přípravou programu Apollo. Rozvinul mezinárodní projekt *Manchester Lunar Programme*. Zároveň se stal spolupracovníkem Laboratoře pro tryskový pohon, jejímž zakladatelem byl Theodor von Kármán. Popsal metody pro sestavování map (viz [17]). Metodu určování relativních výšek na Měsíci založil na triangulaci stínů, což umožnilo zjišťovat rozdíly s přesností 5 až 10 m. Další podrobnosti o mapování Měsíce lze nalézt v přehledovém článku Antonína Růkly [R2].

Během více než čtyřicetiletého působení v Manchesteru Kopal připravil k doktorátu přes sto svých žáků. Stal se čestným členem astronomické společnosti v Manchesteru,¹⁰⁾ kde se na jeho počest každoročně pořádá slavnostní kopalovská přednáška; ta letošní se konala 18. března.

V roce 1967 navštívil Kopal na pozvání prof. Ivo Babušky Matematický ústav ČSAV a měl zde přednášku o numerických metodách. Kopal obdivoval tři významné matematiky minulosti: Newtona, Gausse a Poincarého, kteří podstatně přispěli k rozvoji numerické matematiky. Měl velice široký rozhled a byl znalcem historie matematiky i astronomie (viz např. předmluva k [5]).

Český numerický matematik Vojtěch Kerhart dodnes vzpomíná, jak byl Kopal ochoten každému pomoci. V roce 1968 na studijním pobytu ve Velké Británii mu na jeho žádost Kopal sjednal návštěvu výpočetního centra na univerzitě v Manchesteru, kde pracoval tehdy nejvýkonnější počítač v Evropě, který prováděl 200 000 operací za sekundu.

¹⁰⁾ Zdeněk Kopal byl také čestným členem ČAS od roku 1967 a astronomických společností v Liverpoolu, Salfordu aj.



Obr. 4. Zdeněk Kopal při návštěvě rodné vlasti v roce 1991.

Publikační a ediční činnost

Kopal vydal kolem 25 monografií (viz [1]–[25]) a publikoval zhruba 400 vědeckých článků. Databáze matematických prací Zentralblatt eviduje 80 Kopalových prací. Řada z nich je věnována numerickým metodám pro řešení problémů nebeské mechaniky, aproximaci pomocí racionálních funkcí, Fourierově transformaci aj. V [S] je uveden seznam Kopalových prací uložených v archivu v Litomyšli.

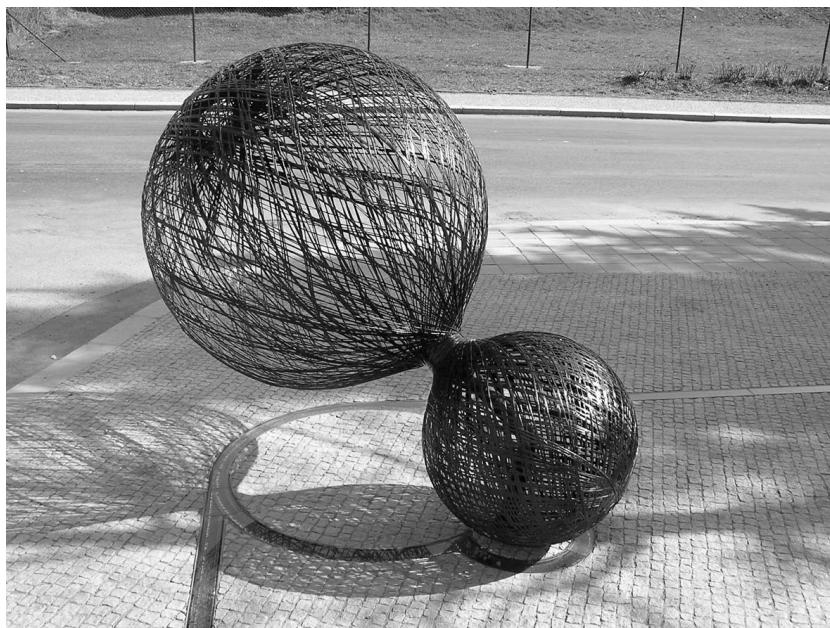
Kopal byl také editorem celé řady sborníků z mezinárodních konferencí (viz [S1] až [S20]). Bohatá je i Kopalova redakční činnost spojená zejména s časopisy: *Astrophysics and Space Science*; *Earth, Moon, and Planets* a *Icarus*.

Závěr

V raném mládí Kopal projevoval neobyčejný smysl pro přírodu a technické vynálezy, pozoroval přírodní jevy, kolem nichž chodíme obvykle bez povšimnutí, v dospělosti své výsledky podával s přiměřenou exaktností, ale zároveň je dokázal vyjádřit tak poeticky, že zaujaly odborníky i laiky. V našich vzpomínkách zůstává profesor Zdeněk Kopal jako mistrovský vypravěč, usměvavý, laskavý, srdečný, s otcovským vztahem k četným žákům.

Letos by se profesor Zdeněk Kopal dožil 90 let. K tomuto výročí byla uspořádána mezinárodní vědecká konference „Dvojhvězdy — odkaz Zdeňka Kopala“, kterou pořá-

dala sekce pozorovatelů proměnných hvězd ČAS na zámku v Litomyšli ve spolupráci s Astronomickým ústavem UK a městem Litomyšl (viz [W]). Vědecké práce přednesené na konferenci vyjdou ve zvláštním čísle mezinárodního časopisu *Astrophysics and Space Science*, jež Kopal založil v roce 1968. Na závěr konference byl odhalen památník symbolizující těsnou dvojhvězdu (viz obr. 5) na místě, kde kdysi stával rodný dům Z. Kopala.



Obr. 5. Kopalův památník autorů Mariána Karla a Frederica Diaze v Litomyšli.

V den výročí Kopalova narození v neděli 4. 4. 2004 proběhl na zámku v Litomyšli seminář pro širší veřejnost, který pořádala Česká astronomická společnost pod názvem: „Zdeněk Kopal — život a dílo. Retrospektiva a současný stav oborů, v nichž se Kopal proslavil.“

Během života Kopal získal řadu nejrůznějších ocenění. Mezinárodní astronomická unie nazvala planetku č. 2628, objevenou v roce 1979, jménem Kopal ([23, s. 288]) a Česká astronomická společnost jej jmenovala svým čestným členem roku 1967. Čestné doktoráty obdržel prof. Kopal na univerzitách v polském Krakově (1974) a v řeckém Patrasu (1974). V roce 1976 se stal zahraničním členem Řecké akademie v Athénách a od roku 1978 se stal čestným občanem města Delf. Od roku 1991 je také čestným občanem rodného města Litomyšle. Dále byl v Čechách oceněn zlatou medailí ČSAV v roce 1968 a stříbrnou medailí univerzity Karlovy v roce 1991.

Zdeněk Kopal zemřel 23. června 1993 ve Wilmslow nedaleko Manchesteru. Je pohřben na pražském Vyšehradě (viz obr. 6) podobně jako další významné osobnosti naší vědy a kultury — Mikoláš Aleš, Karel Čapek, Svatopluk Čech, Antonín Dvořák, Jaroslav Heyrovský, Karel Hynek Mácha, Josef Václav Myslbek, Božena Němcová,



Obr. 6. Kopalův hrob na Vyšehradě.

Jan E. Purkyně, Bedřich Smetana, Max Švabinský aj. Naši vzpomínkou jsme chtěli přiblížit životní osudy talentovaného světového vědce českého původu a přispět k tomu, aby Kopalův podíl na vývoji numerické matematiky a astronomie nebyl zapomenut. Zakończeme ji Kopalovou úvahou nad podobností lidského života a života hvězd:

Hvězdy se na obloze chovají podobně jako lidé na Zemi. Osamělý člověk je podobně jako osamělá hvězda často nesdílný. Můžeme popsat jeho zevnějšek, ale není snadné proniknout do jeho nitra. Jiná situace nastane, vidíme-li jej ve společnosti jiného člověka. ...

A stejně jako u hvězd je u lidí hloubka jejich vzájemného vztahu tím větší, čím jsou si navzájem blíže.

Pokud váš soused zůstává od vás v určité vzdálenosti, můžete si dovolit příliš si ho neušmat; ale když se dostanete blízko k sobě, není to již tak snadné.

A u hvězd je tomu právě tak — jen s tím rozdílem, že zákony, kterými se řídí vzájemné fyzikální vztahy složek těsných dvojhvězd, jsou mnohem jednodušší než zákony lidské psychologie a jsou také daleko lépe probádány.

Poděkování. Práce byla podpořena granty FIS 8400211101 a A 1019201 GA AV ČR. Autoři děkují panu PhDr. MILANU SKŘIVÁNKOVI, archiváři města Litomyšle, PhDr. MILOŠI KOPALOVÍ, synovci profesora Zdeňka Kopala, Mgr. Ing. JAKUBU ŠOLCOVI a paní Mgr. HELENĚ HOLOVSKÉ za pomoc při přípravě pramenů k tomuto článku.

L i t e r a t u r a

Monografie Zdeňka Kopala

- [1] *An Introduction to the Study of Eclipsing Variables.* Harvard Univ. Press, Cambridge 1946.
- [2] *The Computation of Elements of Eclipsing Binary Systems.* Cambridge Observatory, Cambridge 1950.
- [3] *Numerical Analysis.* Chapman & Hall, London; John Wiley & Sons, New York 1955, 1961.
- [4] *Catalogue of the Elements of Eclipsing Binary Systems.* (Spoluautor: M. BETZ-SHAPLEY.) John Sherratt & Son, Altrincham 1956.
- [5] *Close Binary Systems.* Chapman & Hall, London; John Wiley, New York 1959.
- [6] *Figures of Equilibrium of Celestial Bodies: With Emphasis on Problems of Motion of Artificial Satellites.* Univ. of Wisconsin Press, Wisconsin 1960.
- [7] *The Moon, Our Nearest Celestial Neighbour.* Academic Press, New York 1961.
- [8] *Photographic Atlas of the Moon.* (Spoluautoři: J. KLEPEŠTA, T. W. RACKHAM.) Academic Press, New York, London 1965.
- [9] *An Introduction to the Study of the Moon.* Gordon & Breach, New York; D. Reidel, Dordrecht 1966.
- [10] *Exploration of the Moon by Spacecraft.* Oliver & Boyd, Edinburgh 1968.
- [11] *The Moon.* D. Reidel, Dordrecht 1969.
- [12] *Telescopes in Space.* Faber 1968, Hart Publ. Company 1970.
- [13] *Widening Horizons: Man's Quest to Understand the Structure of the Universe.* Kahn & Averill, Taplinger Publ. Company, New York 1970.
- [14] *A New Photographic Atlas of the Moon.* Hale, London 1971.
- [15] *The Solar System.* Oxford Univ. Press, Oxford 1972.
- [16] *Man and His Universe.* Rupert Hart-Davis, London; William Morrow, New York 1973. Český překlad *Zpráva o vesmíru*, Mladá fronta, Praha 1976.
- [17] *Mapping of the Moon: Past and Present.* (Spoluautor: R. W. CARDER.) D. Reidel, Dordrecht 1974.
- [18] *The Moon in the Post-Apollo Era.* D. Reidel, Dordrecht 1974.
- [19] *Dynamics of Close Binary Systems.* D. Reidel, Dordrecht, Boston 1978.
- [20] *The Realm of the Terrestrial Planets.* The Institute of Physics, Bristol, John Wiley & Sons, New York 1979.
- [21] *Language of the Stars: A Discourse on the Theory of the Light Changes of Eclipsing Variables.* D. Reidel, Dordrecht 1979.
- [22] *Vesmírní sousedé naší planety.* Academia, Praha 1984.

- [23] *Of Stars and Men: Reminiscences of an Astronomer*. Adam Hilger, Bristol 1986. Český překlad *O hvězdách a lidech: vzpomínky astronomovy*, Mladá fronta, Praha 1991.
- [24] *The Roche Problem and its Significance for Double-Star Astronomy*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht 1989.
- [25] *Mathematical Theory of Stellar Eclipses*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht 1990.

Sborníky editované Zdeňkem Kopalem

- [S1] *Proc. of a Sympos. on Astronomical Optics and Related Subjects*. (Z. KOPAL, ed.) North-Holland, Amsterdam 1956.
- [S2] *The Moon*. Proc. of the IAU Sympos., Pulkovo (Z. KOPAL, Z. K. MIKHAILOV, eds.), Academic Press, London 1962.
- [S3] *Physics and Astronomy of the Moon*. (Z. KOPAL, ed.) Academic Press, New York 1962, 1971. Ruský překlad *Fizika i astronomija Luny*, Mir, Moskva 1973.
- [S4] *Measure of the Moon*. Proc. of the 2nd Internat. Conf. on Selenodesy and Lunar Topography (Z. KOPAL, C. L. GOUDAS, eds.), D. Reidel Publ. Co. 1967.
- [S5] *Photometric and Spectroscopic Binary Systems*. Proc. of the NATO Advanced Study Institute (E. B. CARLING, Z. KOPAL, eds.), D. Reidel Publ. Co. 1981.
- [S6] *Binary and Multiple Stars As Tracers of Stellar Evolution*. Proc. of the IAU Colloquium (Z. KOPAL, J. H. RAHE, eds.), Reidel, Dordrecht 1982.
- [S7] *Double Stars, Physical Properties and Generic Relations*. Proc. of IAU Colloquium no. 80, Lembang (B. HIDAYAT, Z. KOPAL, J. H. RAHE, eds.), Astrophysics and Space Science, vol. 99, Dordrecht, Reidel 1984.
- [S8] *Astrometric Binaries*. An International Conference to Commemorate the Birth of Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846) (Z. KOPAL, J. H. RAHE, eds.), Reidel, Dordrecht 1985.
- [S9] *Wide Components in Double and Multiple Stars*. Proc. of the IAU Colloquium (J. DOMMANGET, E. L. VAN DESSEL, Z. KOPAL, eds.), Kluwer, Dordrecht 1988.
- [S10] *Plasma and the Universe*. (C.-G. FÄLTHAMMAR, G. ARRHENIUS, Z. KOPAL, eds.) Kluwer, Dordrecht 1988.
- [S11]–[S19] *Advances in Astronomy and Astrophysics*, vol. 1–9 (Z. KOPAL, ed.). Academic Press, New York 1962, 1963, 1965, 1966, 1967, 1968, 1970, 1971, 1972.
- [S20] *The International Astrophysical Series*. (B. LOVELL, Z. KOPAL, eds.) Chapman & Hall, London.

Další literatura

- [A] Jubilejní almanach *Sto let gymnasia v Praze 5 - Smíchově, 1883–84 — 1983–84*. Praha 1984.
- [G] GRYGAR, J.: *Astronom Zdeněk Kopal*. Učenci očima kolegů a žáků, sborník medailonků Učené společnosti České republiky (ed. F. ŠMAHEL), Academia, Praha 2004, 7–17.
- [J] JEANS, J.: *The Mysterious Universe*. Český překlad Zdeňka Kopala, Praha 1936.
- [K] KOPAL, Z.: *Můj život*. Osobní fond profesora Zdeňka Kopala 1918–1994, kart. 11/5, Státní okresní archiv Svitavy se sídlem v Litomyšli 1935, 34 stran.
- [R1] RALSTON, A.: *A First Course in Numerical Analysis*. McGraw-Hill, New York, London 1965. Český překlad: *Základy numerické matematiky*, Academia, Praha 1978.
- [R2] RÜKL, A.: *Jak (ne)byl zmapován Měsíc*. PMFA 47 (2002), 31–37.
- [S] SKŘIVÁNEK, M., KOBZOVÁ, L., TAJSTROVÁ, C., KUČEROVÁ, M.: *Osobní fond profesora Zdeňka Kopala 1918–1994, inventář*. Státní okresní archiv Svitavy se sídlem v Litomyšli 1994.
- [W] www.litomysl.cz/zdenekkopal
- [Z] ZEJDA, M.: *Historie výzkumu proměnných hvězd. Pozorování proměnných hvězd, 1. díl*. Hvězdárna a planetárium M. Koperníka, Brno 1994, 9–24.