

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Ivan Štoll

Život a dílo badatele Dopplera

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 38 (1993), No. 5, 260--269

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139107>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1993

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>

Život a dílo badatele Dopplera

Ivan Štoll, Praha

Položíme-li si otázku, kteří známi fyzikové, jejichž jména nemohou chybět v žádné učebnici fyziky na světě, strávili alespoň část svého tvůrčího života v českých zemích nebo přímo v Praze, dospějeme nakonec ke čtyřem jménům. Jsou to Johannes Kepler, Christian Doppler, Ernst Mach a Albert Einstein. Je pozoruhodné, že dílo těchto čtyř fyziků není bez vzájemné souvislosti, že na sebe nějakým způsobem navazují.

Kepler zde stojí jako zakladatel moderní astronomie a nebeské mechaniky, která inspirovala Dopplera. Oba strávili v Praze dvanáct let a publikovali zde svá vrcholná díla. Mach začínal svou vědeckou dráhu jako obdivovatel Dopplerův a obhájce jeho principu, který ho navíc přivedl i ke zkoumání pohybů nadzvukovými rychlostmi. Einstein pokládal Dopplerův princip za podstatnou součást speciální



teorie relativity a rozvinul jej v nových dimenzích, které docenjuje teprve současná fyzika a technika. O vztahu Einsteina k Machovu dílu bylo již mnohokrát pojednáno. Můžeme se také zamýšlet nad skutečností, že ani jeden z těchto fyziků nebyl české národnosti, ale utěšovat se tím, že Praha alespoň v určitých historických obdobích vytvářela inspirující atmosféru pro velké fyzikální objevy a že zde spolupůsobil *genius loci*.

Zatímco osudy a dílo Keplerovo, Machovo a Einsteinovo jsou široce známy, existují o nich četné publikace a jejich výročí v nedávných letech byla spojena s odhalováním pomníků, bust a s vědeckými konferencemi, je Dopplerův případ trochu jiný. Na jedné straně princip pojmenovaný jeho jménem se stal běžnou součástí moderní techniky a fyzikálních aplikací, znají ho a využívají nejen fyzikové, ale i astronomové, inženýři, lékaři a policisté. Na straně druhé o Dopplerově osobnosti je stále velmi málo známo v širší veřejnosti i v odborných kruzích. Jediná pamětní deska na Karlově náměstí v Praze, na domě, který již není původní, máte zájemce nesprávným rokem Dopplera

Doc. ing. IVAN ŠTOLL, CSc. (1935), pracuje na katedře fyziky FJFI ČVUT, Břehová 7, 115 19 Praha 1.

úmrtí. Deska byla odhalena z podnětu Františka Studničky v roce 1903, u příležitosti stého výročí Dopplerova narození. Od té doby se u nás o Dopplerovi příliš nepsalo; výjimkou je vynikající publikace [1] a několik odborných historických statí.

Je-li u nás málo známo o Dopplerově životě, platí to tím spíše o jeho dalších pracích (vedle stěžejní práce věnované Dopplerovu principu), o jeho vědecké metodě i stylu a osobních kontaktech. Mohlo by to být tím zajímavější, že Doppler žil v Praze ve čtyřicátých letech minulého století, v době předbřeznové, tak významné pro formování novodobé české kultury, vědy a politického života. Na druhé straně nedostatek zájmu a informací o Dopplerově životě a díle může být vyvolán i tím, že jeho další práce postrádají dnes vědeckou zajímavost a jediné, čím se zapsal do dějin vědy, je soustředěno v jeho principu.

V minulém roce 1992 uplynulo 150 let od objevu Dopplerova jevu a toto výročí dalo podnět k řadě akcí, přednášek a mezinárodních sympozií o Dopplerovi v jeho rodném Salzburgu, v Praze i jinde. Objevilo se několik jubilejních publikací ([2], [3], [4], [5]) spojených s rozbořením některých stránek Dopplerova života a díla. Na okrouhlá Dopplerova životní jubilea musíme počkat až do roku 2003.

Dopplerova rodina má své kořeny na salzburgsko-bavorském pomezí. V roce 1674 Dopplerův prapradědeček Andreas Doppler přesídlil z Grossgmainu do blízkosti Salzburgu, kde si na úpatí hory Untersberg, proslavené svým šedým mramorem, otevřel kamenickou živnost. Roku 1791 se Dopplerova rodina přestěhovala přímo do Salzburgu, kde si postavila prostorný dům na tehdejších Hannibalově náměstí (vedle domu rodiny Mozartových). Náměstí se dnes jmenuje Makartovo a Dopplerovi příznivci v Salzburgu usilují o jeho přejmenování na Dopplerovo. Nejstarší syn vždy přebíral rodinný podnik uměleckého kamenictví a mnoho mramorových náhrobků, památníků i oltářů v širokém okolí nese znamení dílny Dopplerů.

Christian Andreas Doppler se narodil 29. listopadu 1803 jako třetí dítě (druhý syn) Johannu Evangelistovi a Tereze Dopplerovým. Prostředí rodinné dílny v něm podněcovalo tvůrčí umělecké sklony, ale zřejmě poznamenalo i jeho zdraví. Na těžkou kamenickou práci byl slabě tělesné konstrukce a otec ho tedy připravoval spíše pro práci účetnickou. Když Christian ukončil základní školu v Salzburgu a střední školu v Linzi, rozhodovalo se o volbě jeho povolání.

Tehdy do jeho osudu zasáhl Simon Stampfer (1792–1864), profesor matematiky na salzburgském lyceu (salzburgská univerzita byla zrušena Bavorsy za napoleonských válek a obnovena až r. 1962). Stampfer byl později spjat s vídeňskou polytechnikou, která byla založena v r. 1815 (o 9 let později než polytechnika pražská), a stal se významným rakouským geodetem. S překvapením Stampfer odhalil matematické vlohy mladého Dopplera a doporučil mu studium na této škole. Shodou okolností se Doppler o 26 let později stal na krátkou dobu Stampferovým nástupcem na profesorském místě na polytechnice.

Doppler studoval na vídeňské polytechnice v letech 1822 až 1825. Získal zde inženýrské vzdělání, ale též základy matematiky a fyziky a zajímal se i o astronomii. Doppler studoval pilně, dosahoval za své výsledky vyznamenání a vždy si na tom zakládal. Po absolvování polytechniky usiluje Doppler o rozšíření svých znalostí i do humanitní oblasti, vrací se do Salzburgu na tamní lyceum, aby se mohl dát zapsat na filozofickou

fakultu vídeňské univerzity. Vrhá se do studia klasických i moderních jazyků, vyšší matematiky, mechaniky, astronomie.

V době Dopplerových vídeňských studií se projevuje nástup průmyslové revoluce a hospodářského rozvoje, přichází nová generace vysokoškolských učitelů, přírodovědců, inženýrů a techniků; latinské učebnice z 18. století jsou tehdy nahrazovány německými. Od vysokoškolských učitelů se očekává, že budou také publikovat a obohacovat lidské poznání, od vědy pak, že bude svými výsledky přispívat k praktickým aplikacím. Celá tato atmosféra mladého Dopplera nadchla a upevnila v něm odhodlání věnovat se jako učitel vědecké práci, jít ve stopách velkých mužů vědy.

K Dopplerovým učitelům na vídeňské univerzitě v té době patřili představitelé nové generace matematiků a fyziků Andreas von Ettingshausen (1796–1878) a Andreas Baumgartner (1793–1865), později vysoký státní úředník a prezident vídeňské Akademie věd. Na vídeňské astronomické observatoři, kde Doppler rovněž praktikoval, působil tehdy známý astronom a popularizátor vědy Josef Johann Littrow (1771–1840). Baumgartner, později za Ettingshausenova spoluautorství, opakovaně vydával encyklopedicky zaměřenou a velmi ceněnou učebnici fyziky *Naturlehre*; oba též společně založili první rakouský Časopis pro fyziku a matematiku, kam Doppler rovněž přispíval.

Doppler ukončil svá studia v roce 1829 a stal se asistentem profesora Adama Burga (1797–1882) na vídeňské polytechnice. Burg byl významný strojní inženýr a matematik a Doppler zde publikoval své první práce týkající se aktuálních otázek matematiky. Vycházely jedna za druhou v 17. svazku Ročenky vídeňské polytechniky z r. 1832; jejich podrobnější rozbor je možno najít v [3] a [6].

Jedna z nich je věnována teorii rovnoběžek a pátému Euklidovu postulátu, tedy problematice, která v té době hýbala matematickým světem a vedla nakonec ke vzniku neeuklidovské geometrie. Doppler se pokoušel dokázat větu o součtu úhlů v trojúhelníku nezávisle na Euklidově postulátu o rovnoběžkách a byl přitom zřejmě inspirován pracemi Legendrovými. Doppler zde ovšem pracuje s pojmy, které nejsou dosti dobře definovány a provádí zanedbání, která jeho důkaz znehodnocují [6]. Úloha o rovnoběžkách byla nad Dopplerovy matematické síly (jako ostatně i nad síly mnoha dalších matematiků) a vyžadovala genialitu Gaussovu, Lobačevského, Bolyaiovu a Riemannovu.

Druhé dvě matematické práce publikované v Ročence se týkaly otázek konvergence logaritmických řad a řetězových odmocnin. Obě byly podrobně rozebrány v [3], kde bylo ukázáno, jak Doppler své dílčí správné výsledky neoprávněně extrapoluje do oblasti, kde nutné předpoklady již nejsou splněny, používá mlhavých pojmů a argumentace. Touto mlhou probleskují záblesky matematické intuice, ale čtenář se v ní musí orientovat sám, stejně tak jako si musí zkorigovat občasné početní chyby. Později, v letech 1841 a 1843 publikoval Doppler v Praze v Pojednáních Královské české společnosti nauk ještě dvě rozsáhlé matematické práce z analytické geometrie, které vysoce hodnotil Bolzano.

Doppler se záhy začal věnovat také fyzice a ještě ve třicátých letech publikoval jednak v Ročence, jednak v Baumgartnerově Časopise několik prací o elektřině. Rozvíjel v nich úvahy na pomezí fyziky a filozofie o vlastnostech elektrického fluida, které vyvěrá

hojněji na povrchu těles, vyvolává kontaktní elektřinu, zvyšuje chemickou reaktivitu a účinnost léků při jejich rozmělnování. Zdůrazňoval přitom význam elektrické vodivosti nervů a jejího narušení jako příčiny všech nemocí. Dopplerovy úvahy opět zapadaly do dobové atmosféry pokusů s elektroléčbou a magnetoléčbou.

Z Dopplerových prací o elektřině je zřejmé, že jeho představy o tom, jak vyvolat elektromotorické napětí v obvodu pomocí kontaktních potenciálových rozdílů byly mylné, i když například Seebeckovy experimenty s termoelektrickým jevem byly již několik let známy. Naproti tomu jeho zdůrazňování významu povrchových jevů může z hlediska moderní fyziky vyznívat sympaticky.

Dopplerovy fyzikální práce byly všechny v podstatě teoretické, lépe řečeno spekulativní. Za experimentální lze považovat jeho práci z roku 1837, publikovanou u Baumgartnera, v níž popisuje své staré experimenty, prováděné na vídeňské polytechnice, s měřením změny délky vodičů, jimiž protéká elektrický proud. Pokus ani měřicí metody nejsou řádně popsány a je třeba si je domýšlet. Překvapující je však Dopplerův výsledek, podle něhož se délka vodiče při průchodu proudem zkracuje! Doppler na něm zakládá i návrh spirálového elektrometru. Nachází i „teoretické“ vysvětlení, založené na tom, že průchod proudem ve vodiči vyvolává stav mechanického napětí.

I když Doppler sám nebyl experimentátorem, jednou z jeho vášní bylo navrhovat konstrukce nových měřicích přístrojů; viděl v tom zřejmě užitečnou praktickou aplikaci svých vědeckých výsledků. Tak navrhl konstrukci třecí elektriky využívající tření papíru rukou, cyklograf ke kreslení oblouků kružnic libovolného poloměru, přístroj ke kreslení Descartových oválů a broušení nesférických čoček, zdokonalení konstrukce stolu pro geodetická měření, nový druh slitiny s vysokou optickou reflexivitou, optický diastemometr k měření vzdáleností, zdokonalení katoptrického mikroskopu, přístroj ke zviditelňování rychlých periodických pohybů, omatogoniometr k měření zorného úhlu, přístroj k rýsování „železničních“ křivek, fotografickou metodu k měření vzdáleností a průměrů stálíc, přístroj k měření malých odchylek světelných paprsků, přístroj k měření tlaku páry v kotli lokomotivy podle výšky tónu vydávaného parní píšťalou, využití vlastností zvláštní „želatinové substance“ nalezené v Horních Rakousích a další. Těmito nápady zásoboval zejména zasedání sekci Královské české společnosti nauk za svého působení v Praze.

Je třeba ovšem vidět, že fyzika v té době postrádala metody a přístroje k měření různých důležitých veličin a mnohé z nich nebyly ani dost dobře definovány. Týkalo se to jak veličin elektrických a magnetických, tak i frekvence, intenzity zvuku a světla, rychlých pohybů včetně kmitavých a rotačních apod. Experimentátoři byli často odkázáni na subjektivní vjemy, a proto také věnovali značnou pozornost otázkám fyziologie zraku a sluchu. Přitom se dost dobře nerozlišovalo mezi subjektivním vjemem a relativním měřením vzhledem k dané (například pohybující se) vztažné soustavě.

Vtipné principy umožňující realizovat nové měřicí metody a přístroje byly tedy jistě vítány. K takovým náleží metoda stroboskopická. Byla objevena v roce 1832 S. Stampferem a J. Plateauem. Doppler ji však znovuobjevil a podstatně zdokonalil. Popisuje ji jednak ve své polemické práci [7], jednak v pozdější práci [8]. Ernst Mach [9] vyzdvihuje přínos Dopplerův, cituje zapomenutou Plateauovu práci a zdůrazňuje, že ji Doppler neznal („při Dopplerově čestnosti to nemůžeme předpokládat“). Vypočítává

pak Dopplerova zdokonalení stroboskopické metody — roztáčení stroboskopického kotouče pomocí sirény, využití přerušovaného osvětlení, dalekohledu a mikroskopu. Pozdější významné zdokonalení metody náleží Machovi.

Astronomie byla další oblastí Dopplerova zájmu, i když sám astronomická pozorování neprováděl. Již v jedné ze svých raných prací publikovaných v Baumgartnerově Časopise v roce 1837 se zabývá otázkou průhlednosti kometárních jader a vysvětlení pozorovaných svítících bodů na Měsíci. Práce byla zřejmě opět dobově inspirována pozorováním několika komet, které se brzy po sobě dostaly do blízkosti Slunce. Doppler se zabývá otázkou, zdálo by se dosti zvláštní, zda chod světelných paprsků vysílaných hvězdami a procházejících v těsné blízkosti kometárního jádra, spolu s vlastnostmi lidského oka, neumožňuje vidět tyto hvězdy i tehdy, jsou-li jádrem zakryty. Podobným způsobem se snaží vysvětlovat původ světelných bodů na povrchu Měsíce a argumentuje přitom předpokládanými vlastnostmi měsíční atmosféry. Názory astronomů o tom, že na Měsíci atmosféra není buď vůbec nebo je velmi řídká, nebere přitom za průkazné.

Dopplerův vědecký rozlet na vídeňské polytechnice byl zkomplikován tím, že po uplynutí čtyřleté asistentské smlouvy v roce 1833 musel školu opustit. Dva následující roky hledání odpovídajícího uplatnění patří k hořkým životním zkušenostem, jimiž Dopplerův život oplýval. Obsazování profesorských míst na vysokých školách centralizované a dokonale zbyrokratizované monarchie metodou konkurzů bylo nesmírně komplikované, finančně náročné a vleкло se celá léta. Plasticky tuto situaci popisuje a dokumentuje I. Seidlerová např. v [2].

Doppler se účastnil mnoha takových paralelních konkurzů, kladl na váhu své vynikající studijní výsledky a publikační činnost. Nakonec musel z existenčních důvodů přijmout místo účetního v prádelně (měl koneckonců jak účetnické, tak strojnické vzdělání). Rozladěn nepochopením se jako třicetiletý mladý učenec rozhodl emigrovat do Ameriky. Prodal své svršky i svou knihovnu a navštívil amerického konzula v Mnichově. V poslední chvíli ho zastihla zpráva, že nově zřízená pražská stavovská reálka mu nabízí místo profesora aritmetiky, algebry, teoretické geometrie a účetnictví, se skromným ročním platem 800 zlatých. Doppler místo přijal a na jaře 1835 přijel do Prahy. V jeho životopisech se traduje, že dostal zároveň nabídku z Bernu, kterou však odmítl „z vlasteneckých důvodů“.

Pražská stavovská reálka, která připravovala žáky ke studiu na polytechnice, byla škola velmi nízké úrovně a pedagogické působení na ní nemohlo Dopplera uspokojovat. Usiloval o příležitost konat alespoň nepovinné přednášky z vyšší matematiky na pražské polytechnice, přednášel i pro širší veřejnost. Tehdejší ředitel polytechniky (hodnost rektora na této škole nebyla ještě zavedena) Jan Henniger vycházel Dopplerovi celkem vstříc. Trvalo však několik let, než se Doppler stal zprvu suplujícím a od 6. března 1841 plnoprávným profesorem na polytechnice.

Brzy po příchodu do Prahy se Doppler oženil se svou salzburškou láskou Mathildou Sturmovou a narodilo se mu zde pět dětí. Dopplerova rodina se v Praze několikrát stěhovala — o důvodech se můžeme pouze dohadovat — a v posledním období žila v dosud zachovaném barokním domě v ulici U obecního dvora 799. Dům by si jistě zasloužil renovaci a umístění Dopplerovy pamětní desky nebo busty.

Také Dopplerovo učitelské působení na pražské polytechnice nebylo bez problémů, hořkosti a afér. Výuka byla tehdy striktně vázána úředními předpisy, látka i učebnice předepsány, pedagogické normy a způsob zkoušení stanoveny. Doppler zde měl málo možností pro pedagogické experimentování a zavádění nových poznatků do výuky. Situaci komplikoval narůstající počet studentů a horšící se Dopplerovo zdraví. Rodová nemoc, tuberkulóza hrtanu, ho vyčerpávala, až mu nakonec znemožnila přednášet v přeplněných posluchárnách.

Začaly docházet anonymní stížnosti, že Doppler je při přednáškách jakoby duchem nepřítomen, že nedodržuje zkušební předpisy a zkouší příliš přísně. Zanedbává své povinnosti i při praktickém geodetickém výcviku. Uvážíme-li, že v roce 1847 měl Doppler osobně zkoušet, ústně i písemně, 440 studentů, jeví se celé toto osočování vůči nemocnému člověku velice krutým. Dokumenty a úřední korespondence vztahující se k tomuto období se zachovaly ve Státním ústředním archívu a archívu ČVUT a byly podrobně zpracovány I. Seidlerovou [2].

Situace se nakonec vyhroutil tak, že Doppler musel pro nemoc přerušit výuku, a když se k ní v roce 1846 opět vrátil, začal se již ohlížet po novém působišti. Jeho nemnozí pražští přátelé, především Bernard Bolzano, sám těžce nemocný, vyzývají k záchraně Dopplerova talentu. „Nedopusťte, aby zahynul jako Pegas pod jhem“, píše Bolzano v často citovaném dopise Michalu Josefu Feslovi [10].



Jediný dodnes stojící dům v Praze (U obecního dvora 799), ve kterém Doppler skutečně bydlel. Strávil zde s rodinou poslední léta pražského pobytu.

Světlejší stránka Dopplerova pražského působení je zřejmě spjata s Královskou českou společností nauk. O oživení její činnosti se zasloužil František Palacký, její sekce se začaly pravidelně scházet a umožňovaly též publikační činnost v Pojednáních Společnosti. Do Prahy se po delším odloučení vrátil také Bernard Bolzano a ujal se vedení matematické a filozofické sekce. Bolzano vysoce vyzdvihl Dopplerovy matematické práce a opakovaně navrhoval Dopplera za člena Společnosti. Je zřejmé, že stárnoucí Bolzano se také poohlížel po vhodném následovníku, který by rozvíjel jeho matematický odkaz. K takovému úkolu ovšem Doppler způsobilý nebyl.

Ani cesta do Společnosti nebyla pro Dopplera snadná. Při prvním hlasování o přijetí za mimořádného člena Doppler neprošel, napodruhé jen těsnou většinou. Hořkost z tohoto výsledku však Doppler zdá se v sobě překonal, neboť se vrhl do práce Společnosti plnou vervou. Před jeho příchodem bychom v Pojednáních Společ-

nosti marně hledali příspěvky z oblasti fyziky, zatímco Doppler předkládal jeden za druhým. Jeho zásluha o oživení zájmu o fyziku v Praze je nesporná.

V památný den 25. května 1842 přednesl Doppler v dnešním Vlasteneckém sále Karolina svou přednášku *O barevném světle dvojhvězd a některých jiných hvězd na nebi* za přítomnosti šesti členů přírodovědecké sekce Královské Společnosti. (B. Bolzano, F. Hessler, J. Redtenbacher, J. A. Ryba, A. Spirk, předsedající J. S. Presl). Malý počet přítomných bývá někdy vykládán jako nezáměr o Dopplerovu práci, ve skutečnosti však přírodovědná sekce o mnoho více členů neměla a většina členů Společnosti působila současně ve více sekcích.

Dopplerova práce byla na Palackého žádost o posouzení kladně recenzována univerzitním fyzikem Ferdinandem Hesslerem a významným astronomem Karlem Kreilem, vyšla téhož roku v Pojednáních Společnosti a též tiskem jako zvláštní brožura [11].

Tato stěžejní Dopplerova práce, která učinila jeho jméno nesmrtelným, obsahuje formulaci Dopplerova principu o změně frekvence při vzájemném pohybu zdroje vlnění a pozorovatele a jeho jednoduché matematické vyjádření. Její celkový styl je opět pro Dopplera charakteristický. Doppler se odvolává (bez citací) na velikány fyziky a prezentuje svou práci jako rozšíření Bradleyovy teorie aberace. Mění-li se pro pohybujícího se pozorovatele směr přicházejících paprsků, měla by se měnit i frekvence a intenzita vlnění. Tento jev by se měl týkat všech druhů vlnění, stejně tak zvuku a světla, jako vln na vodě. Pokud jde o světlo, zpochybňuje Doppler Fresnelův názor, že jde o vlnění příčné, tato okolnost však není pro jeho princip podstatná.

Doppler odvozuje vzorec pro změnu frekvence při pohybu jednak zdroje, jednak pozorovatele; ve své pozdější práci [12] spojuje oba tyto případy v jeden. Dopplerovo odvození má daleko do elegance. Místo aby pracoval se sledem vln, zabývá se jednou vlnovou délkou, volí neobratná označení, těžkopádný způsob výkladu. Celé odvození zaujímá asi třicet řádek z celé práce o 20 stránkách. Fyzikální zákony jsou obvyčejně odvozovány na základě výsledku experimentu nebo teoreticky z obecnějších, experimentálně ověřených principů. Ani jedno ani druhé v Dopplerově práci nenajdeme. Jeho úvaha je vcelku jednoduchá a intuitivní. Většina práce je pak věnována vyvozování astronomických důsledků pro změny barev hvězd a další úkazy.

Jeho základní tezí je, že složky dvojhvězd pohybující se vůči nám v protichůdných směrech by měly v důsledku Dopplerova principu zářit v doplňkových barvách. Současní astronomové se ovšem ihned ozvali, že tento předpoklad je mylný. Doppler s velkým entusiasmem líčí barevný vesmír, jaký bychom pozorovali, kdyby se Země pohybovala o něco rychleji — nebeská tělesa, k nimž bychom se přibližovali, by zářila modře, ta, od nichž bychom se vzdalovali, by svítila červeně. Pokouší se vysvětlit i proměnné hvězdy a vznik nov a supernov tím, že se díky rychlému pohybu vynořují a ponořují do neviditelné části spektra. Je to všechno velmi krásné, ale není to pravda. Logika ovšem připouští, abychom z nesprávných předpokladů nesprávným způsobem uvažování dostali správný závěr. Chce to ovšem něco víc než logiku.

Další historie Dopplerova principu znamená novou kapitolu dějin fyziky a astronomie. Pokud jde o akustický jev, neexistovaly před Dopplerem v pozemských podmínkách dostatečně rychle se pohybující zdroje zvuku, aby bylo možno jev pozorovat. Nejrychleji se pohybujícím objektem byla Země sama. Shodou okolností Dopplerův

objev spadá do období nástupu železniční dopravy s houkajícími lokomotivami. Ověřování jevu tímto způsobem prováděli například Christoph Buys-Ballot (1817–1899) v Holandsku v roce 1845, Charles Montigny (1819–1890) v Belgii a John Scott Russel (1808–1882) ve Skotsku. Změnu výšky tónu bylo možno určovat pouze pozorovateli s vycvičeným hudebním sluchem. Teprve později ověřil akustický Dopplerův jev Ernst Mach v laboratorních podmínkách.

Pokud jde o optický Dopplerův jev, bylo zřejmé, že jej nelze pozorovat se zdroji bílého světla. Ve spojení se spektrální analýzou, která umožnila přesně měřit posuvy vlnových délek spektrálních čar, se ovšem Dopplerův jev stal neocenitelným pomocníkem astronomů. Základ této metodě položil v roce 1848 Armand Hyppolyte Louis Fizeau (1819–1896), který Dopplerův princip zřejmě znovuobjevil. A tak nakonec Dopplerovo přesvědčení, že jeho princip umožní astronomii pronikat do nejzazších oblastí vesmíru, se vyplnilo, i když poněkud jinak, než si Doppler představoval. Uplatnění Dopplerova principu v moderní fyzice a technice si ovšem nemohl představit vůbec.

Když se Dopplerovo působení v Praze stalo velmi obtížným, dostalo se mu v roce 1847 jmenování důlním radou spolu s nabídkou profesorského místa na Banské a lesnické akademii v Banské Štiavnici. Nabízené materiální podmínky byly o něco lepší než v Praze a Doppler choval naději na větší klid k vědecké práci. Do Banské Štiavnice v tehdejších Uhrách odjíždí po dvanáctiletém pobytu v Praze se svou početnou rodinou v prosinci 1847. Důlní rada Doppler sem přichází již jako řádný člen Královské české společnosti nauk (byl zvolen na Silvestra 1843), v lednu následujícího roku 1848 je zvolen členem Císařské akademie věd ve Vídni a na jaře 1848 se mu dostává čestného doktorátu pražské univerzity. Je váženým a uznávaným učencem.

Doppler se rychle zorientoval v nových podmínkách. Přednáší zde i důlní měřictví a dostává se do styku se starými důlními mapami. K jejich kreslení a vytyčování štol se již po několik století používalo busoly, dokonce snad dříve než v mořeplavbě. Tyto mapy pak v průběhu věků zachycují periodické změny zemského magnetismu, závislost magnetické deklinace na čase. Dopplera tento jev mimořádně zaujal a dokonce si vyžádal prostřednictvím ministerstva zemědělství a hornictví příslušné údaje z dalších starých důlních oblastí — Jáchymova, Příbrami, Freibergu aj. Věnoval této otázce několik prací, ovšem podrobné objasnění jevu nezná ani dnešní geofyzika.

Naděje na klidný život v Banské Štiavnici se brzy rozplynula. Na jaře 1848 propuká revoluce ve Vídni, Praze i Budapešti, Banská Štiavnica se stává objektem bojů mezi uherskými povstanci vedenými generálem Görgyem, Dopplerovým studentem z pražské polytechniky, a císařským vojskem pod velením Windischgrätze. Nelze se divit, že při nejbližší příležitosti, v lednu 1849 Doppler přesídluje s rodinou do Vídně.

Zde Doppler krátce působí zprvu na vídeňské polytechnice, na profesorském místě uvolněném Simonem Stampferem. Revoluce roku 1848, přestože byla poražena, vyvolala přece významné změny v monarchii. Dochází k zrovnoprávnění inženýrského a univerzitního studia, na gymnáziích se zavádí výuka fyziky. Je potřeba učitelů, a tak 17. ledna 1850 zřizuje mladý císař František Josef I. Fyzikální institut na vídeňské univerzitě a jmenuje Dopplera jeho prvním ředitelem. Doppler tak vlastně stane u kolébky moderní rakouské fyziky, s novým institutem jsou v následujících

desetiletích spojena jména Loschmidtovo, Stefanovo, Boltzmannovo, Hasenöhrlovo, Schrödingerovo. . .

Nemocný Doppler se opět vrhá do práce, překonává organizační a technické překážky, na předměstí Vídně nachází budovu pro svůj institut, buduje laboratoře, se zanícením vystupuje na půdě Císařské akademie věd. Zde však náhle narazí na vážného a neústupného protivníka. Profesor Jozef Maxmilián Petzval (1807–1891), profesor matematiky na vídeňské univerzitě, odmítá Dopplerův princip a napadá celé jeho životní dílo. Petzval argumentuje matematikou — Dopplerův „zlomek“ nemůže představovat žádnou fyzikální teorii, ta musí být založena na řešení diferenciálních rovnic. Dopplerův princip je dokonce „proti duchu diferenciálních rovnic“! Frekvence vlnění vydávaného zdrojem nemůže záviset na pohybu pozorovatele, platí fyzikální „zákon zachování frekvence“.

Je zřejmé, že tento dlouhý a vášnivý osobní spor byl založen na nedorozumění. Příroda dala za pravdu Dopplerově chabě zdůvodněné intuici před fundovanými Petzvalovými diferenciálními rovnicemi. Doppler byl však již u konce svých sil. Doprovázen svým přítelem, filozofem Franzem Exnerem, odjíždí v listopadu 1852 do Benátek v naději na zotavení. Po pěti měsících, 17. března 1853, v 49 letech v Benátkách umírá. Na jeho hrobě na hřbitově San Michele vztyčují italští fyzikové památník tomu, kdo „pomocí studia a vědy pronikl hluboko do tajemství přírody“.

V roce 1953 vyšla poslední Dopplerova práce [13] *O možnosti určit počet a absolutní vzdálenosti atomů a míru jejich vzájemného silového působení u různých jednoduchých pevných těles*. Rukopis této práce připravoval Doppler na smrtelném lůžku v domě Riva degli Schiavoni 4133 v Benátkách a jejího uveřejnění se již nedočkal. Určit počet atomů v jednotce objemu daného tělesa, to znamená skutečně proniknout do nitra hmoty. Metoda navržená Dopplerem je ovšem nereálná, příliš fantastická. Obsahuje však inspiraci, výzvu. Uplyne jen několik let a Loschmidtovi z Dopplerova institutu se podaří tento úkol vyřešit.

Dopplerův život se uzavřel, Dopplerův princip vstoupil trvale do moderní fyziky a techniky. Trvalo to dalšího půl století, do příchodu Einsteinovy teorie relativity. V roce 1907 se H. A. Lorentz pokusil analyzovat Dopplerovy práce a z fyzikálního hlediska je objektivně zhodnotit. Většinu z nich shledal lehkými, nejsou dostatečně fyzikálně fundovány, oplývají nepřesnostmi, omyly, i když jsou psány s nadšením a motivovány touhou prospět lidstvu. Je v nich ovšem i intuice a fantastické nápady, které v rukou jiných badatelů mohou přinést plody. Jedna z těchto prací však, i když také plná omylů, dává Dopplerovi právo na nesmrtelnost.

L i t e r a t u r a

- [1] L. NOVÝ a kol.: *Dějiny exaktních věd v českých zemích do konce 19. století*. NČSAV Praha 1961.
- [2] *The Phenomenon of Doppler*. Czech Technical Univ., Prague 1992.
- [3] J. SEIDLER, I. SEIDLEROVÁ: *Zur Entstehungsgeschichte des Dopplerschen Prinzips*. Preprint Matematického ústavu ČSAV; Centaurus 35 (1992), č. 3.
- [4] H. GRÖSSING, K. KADLETZ: *Christian Doppler, Teil 1.*, P. SCHUSTER, *Teil 2*. Böhlau Verlag, Wien 1992.

- [5] A. EDEN: *The Search for Christian Doppler*. Springer Verlag 1992.
- [6] J. FOLTA: *Základy geometrie v pracích českých matematiků 19. století*. Sborník pro dějiny přírodních věd 11, Academia, Praha 1966.
- [7] CH. DOPPLER, *Annalen der Physik und Chemie* 49 (1839), 505.
- [8] CH. DOPPLER, *Abhandlungen d. Königlichen böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften* 3 (1845).
- [9] E. MACH: *Optisch-akustische Versuche*. Prag, 1873.
- [10] F. JÍLEK, V. LOMIČ: *Dějiny Českého vysokého učení technického*. Praha 1973, 1978.
- [11] CH. DOPPLER: *Über das farbige Licht...*. *Abhandlungen* 2 (1842), též Borrosch & André, Praha 1842.
- [12] CH. DOPPLER: *Beiträge zur Fixsternenkunde*. Borrosch & André, Praha 1846.
- [13] CH. DOPPLER, *Almanach d. österreichischen Akademie d. Wissenschaften* 1043 (1953).
- [14] H. A. LORENTZ: *Abhandlungen von Christian Doppler*. Engelman, Leipzig 1907.

Fotografie a reprodukce: MARTIN ŠTOLL

Kosmické katastrofy

Vladimír Vanýsek, Praha

Stále hojněji se ve sdělovacích prostředcích objevují zprávy o dávných, ale především budoucích kosmických katastrofách, které nepochybně čas od času postihovaly a mohou postihnout naši planetu při jejím střetu s kosmickým tělesem větších rozměrů, například s kometou nebo malou planetkou. Tyto zprávy se většinou opírají o seriózní úvahy neméně seriózních odborníků, ale v žurnalistickém přetlumočení jsou téměř vždy značně zkreslené. Veřejnosti je tak nezřídka předkládáno cosi, co možno nazvat (dle Normana Mailera) faktoidem, jde tedy o pseudofakt vyprodukovaný sdělovacím prostředkem. Vznik takového „faktoidu“ o srážce Země s asteroidem nebo kometou, v historicky krátké budoucnosti, lze názorně demonstrovat hned na dvou případech z nedávné doby. V prvním případě jde o planetku Toutatis, která patří do skupiny planetek křížících dráhu Země označované zkratkou ECA (Earth-Crossing-Asteroids). Dne 9. prosince 1992 minula Zemi v minimální vzdálenosti 0,024 astronomických jednotek (3,6 milionů km). To umožnilo „mapování“ povrchu planetky pomocí výkonných radarů. Další těsné přiblížení tohoto nevelkého tělesa (maximální rozměr se odhaduje na 6 km) k naší planetě bude 26. září roku 2000. O tom všem napsala francouzská astronomka Lvasseur-Regourdová článek do časopisu *Science et l'Avenir*,

Prof. RNDr. VLADIMÍR VANÝSEK, DrSc. (1926), Astronomický ústav MFF UK, Švédská 8, 150 00 Praha 5.