

Wilhelm Matzka (1798–1891)

Ivan Štoll

Fyzika II (Odborná analýza Matzkova fyzikálního díla)

In: Michaela Chocholová (author); Ivan Štoll (author): Wilhelm Matzka (1798–1891). (Czech). Praha: Matfyzpress, 2011. pp. 143–[154].

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/402193>

Terms of use:

© Michaela Chocholová

© Ivan Štoll

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



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

FYZIKA II.

Odborná analýza Matzkova fyzikálního díla

W. Matzka, vzděláním a pedagogickým působením matematik, se vlivem svých širších zájmů a úkolů stýkal a potýkal i s problematikou fyzikální povahy. Od 50. let 19. století, kdy se stal profesorem pražské univerzity a měl za úkol přednášet též matematickou fyziku, začal se věnovat fyzikálním problémům soustavněji, své výsledky publikoval v řadě článků a prezentoval je na zasedáních *Královské české společnosti nauk*.

Matematická fyzika

Přitom zde narážíme na určitý rozpor. Dnes pod matematickou fyzikou rozumíme velmi abstraktní část matematické teorie, operující s variačními principy a aparátem parciálních diferenciálních rovnic, která se snaží formulovat, dokazovat a zobecňovat základní fyzikální zákony. V Matzkově době už matematická fyzika v tomto pojetí existovala. Přitom se však W. Matzka, který stále hovořil o nutnosti používat vyšší matematiku a kritizoval stávající učebnice fyziky za nedostatek obecnosti, ve svých fyzikálních pracích omezil zpravidla na zcela elementární geometrické výklady, diferenciální a integrální počet používal v míře nepatrné a řešil v podstatě jen okrajové až kuriózní problémy. I jednoduchá odvození přitom dokázal formálně rozvést na mnoha stránkách, takže dnešní čtenář sotva stačí chod jeho myšlenek sledovat.

Teorie nonia

Jedna z jeho prvních prací, která určitým způsobem souvisela s experimentální fyzikou, resp. měřením, byla věnována zobecnění způsobu určování délky, případně úhlů, pomocí měřidel se stupnicí opatřených tzv. noniemi. Práce byla publikována pod názvem *Allgemeinere Bestimmung der Länge von Nonien an Maassstäben* [M49] v roce 1860, ale již v roce 1856 byla avizována na zasedání *Královské české společnosti nauk* (viz [M40]). Noniová měřidla mají základní stupnici s vyznačenými nebo vyrytými dílky na samé hranici rozlišitelnosti pouhým okem a paralelně druhou, posuvnou noniovou stupnici s dílky nepatrně delšími nebo kratšími, tak aby se na určitém společném intervalu délek ukládal celý počet dílků obou stupnic. Zrakem je možno určit, kdy značky obou stupnic při měření právě koincidují, a tím provádět měření s přesností o řád vyšší než dovoluje základní stupnice.

První použití noniových měřicích metod se váže k roku 1631 a přičítá se Pierru Vernierovi (1580–1637), odtud také pochází někdy používaný název „vernier“. Zdá se však, že již dříve (1542) tento způsob měření uplatnil u obloukových stupnic přesných astronomických přístrojů portugalský matematik z univerzity v Coimbre Pedro Nunes (1502–1578). Název nonius souvisí přímo s latinizovanou podobou Nunesova jména (Petrus Nonius). Jeho metodu používal i nejpřesnější astronom a pozorovatel předdalekohledové éry, Tycho Brahe (1546–1601). Noniová měřidla se běžně používají v technické praxi, např. při

kontrole rozměrů strojních součástí. Přesná fyzikální měření délek dnes však používají spíše optických a laserových interferenčních metod.

W. Matzka se ve své práci [M49] snažil noniová měření zobecnit, tedy podat teorii zahrnující různé případy dvou paralelních stupnic s různou hustotou vrypů. Tím se ovšem jeho práce řadí spíše do oblasti teorie čísel a jejich dělitelnosti. Ostatně W. Matzka v úvodu své práce též poznamenal, že jeho zobecnění má význam hlavně pro teorii, i když by třeba za určitých okolností mohla najít uplatnění i v praxi.

Rovnoběžník sil

V polovině 50. let 19. století, když W. Matzka začal se svými přednáškami z analytické mechaniky a matematické fyziky na pražské univerzitě, vyvíjel značné úsilí ve směru, který bych označil jako „Matzkovo potýkání se s vektory“. Je to charakteristické pro jeho přístup k fyzikálním problémům i pro jeho metodu práce. W. Matzka se snažil o to, aby fyzikální věty a tvrzení byly co nejlépe exaktně matematicky zobecněny, zdůvodněny a dokázány.

Tak v roce 1855 vystoupil na zasedání přírodovědně-matematické sekce *Královské české společnosti nauk* s přednáškou na téma *Nový důkaz věty o rovnoběžníku sil*, tj. *Ein neuer Beweis des Kräfteparallelogramms* [M39]. Šlo mu o to přesně dokázat známý poznatek, že výslednice dvou různoběžných sil působících na hmotný bod znázorněných orientovanými úsečkami a svírajících libovolný úhel bude mít směr a velikost úhlopříčky rovnoběžníka sestrojeného z těchto dvou sil.

Úvodem W. Matzka uvedl, že důkladně prostudoval množství důkazů této věty za posledních 200 let a že tyto důkazy narážejí na různé obtíže (aniž by blíže vysvětlil, v čem jsou chybné nebo nepřesné). Rozhodl se proto podat svůj nový důkaz, který měl obstát i před přísnou kritikou a přitom být jednoduchý, stručný a důkladný. Pokud jde o jednoduchost, můžeme být trochu v rozpacích; jde o sedm stran textu sestávajících převážně z geometrických náčrtů s označením mnoha bodů a úseček, takže postup důkazu nelze prakticky sledovat.

W. Matzka vyšel z toho, že při skládání dvou sil působících v různých směrech nevystačíme s jednoduchými pravidly o rovnováze na páce, ale že je třeba vytvořit teorii rovnoběžníku sil. Měl za to, že by tato teorie mohla zajímat i geometrii a postěžoval si, že uveřejnění jeho článku na toto téma zasláného do časopisu *Archiv der Mathematik und Physik* redakce stále odkládá.

Aby zdůvodnil svou teorii, vyšel z pěti známých, dokázaných nebo intuitivně zřejmých pomocných vět převzatých z fyzikální literatury (aniž by tuto literaturu uvedl). Jednalo se o věty druhu, že působíště síly může být podél silové přímký libovolně posouváno, očekávání, že výslednice dvou sil působící pod obecným úhlem bude ležet v rovině určené přímkami obou sil apod. Tyto výchozí pomocné věty jsou v podstatě mnohem složitější, než výsledná tvrzení, která se W. Matzka snažil dokázat.

Z fyzikálního hlediska se věta o rovnoběžníku sil opírá o zkušenost, experiment, podobně jako zákon setrvačnosti, a odráží vektorový charakter Newton-

ovy mechaniky. Isaac Newton (1643–1727) ho uvedl ve svém spise *Principia* (London, 1687) mezi axiomy neboli „zákony pohybu“ jako corollarium 1. a formuloval ho slovy: *Libovolné těleso, na něž působí současně dvě síly, se pohybuje po úhlopříčce ve stejném čase, jaký by potřeboval k pohybu podél stran, kdyby obě síly působily odděleně.* Newtonovo tvrzení zároveň nabízí možnost zkoumat pohyb bodu v projekci na jednotlivé silové přímky. Z hlediska geometrie je věta o rovnoběžníku sil vlastně součástí definice vektorového prostoru, takže na ní není co dokazovat.

K tématu rovnoběžníku sil se W. Matzka znovu vrátil ke konci svého působení na pražské univerzitě v roce 1872 a v podstatě popřel své dřívější myšlenky. Bylo to v období, kdy se v mechanice stále více uplatňovala kompletní čísla a různé souřadnicové systémy, utvářela se vektorová analýza a ve statice se vedle metod algebry a elementární geometrie stále více používal diferenciální a integrální, zejména variační počet. W. Matzka tehdy publikoval práci nazvanou *Das Projiciren der Kräfte, als Ersatz des Kräfteparallelogramms in der analytischen Statik* [M62], věnovanou promítání sil v analytické statice, které mělo nahradit geometrické sčítání sil jako orientovaných úseček.

Svou někdejší práci věnovanou důkazu o rovnoběžníku sil [M39] označil za platnou jen v rámci elementární algebry a zdůraznil, že vyšší analytická statika vyžaduje zavedení souřadnic a použití metod infinitezimálního počtu. Uvedl, že se k tomuto závěru dopracoval teprve v 72 letech a zařadil ho do svého posledního přednáškového kurzu ve školním roce 1869/1870.

W. Matzka v podstatě přešel od názorné představy vektoru jako orientované úsečky k jeho souřadnicové reprezentaci, což je elegantnější a obecnější. Není však třeba zatracovat geometrickou interpretaci vektorů. Matzkova práce obsahující 72 stran, je vzhledem k věku autora obdivuhodným výkonem a pro její formální komplikovanost se jí prakticky nedá prokousat. Přesto recenzent C. Ohrtmann z Berlína v časopise *Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik* uvedl, že se W. Matzka nedokázal od geometrického pojetí zcela odpoutat, ani nedokázal, že jeho nový přístup je správnější.²²³

Teorie sinusové busoly

V 50. a 60. letech 19. století, když W. Matzka vedle profesury matematiky na pražské univerzitě suploval také katedru matematické fyziky, cítil se povinen přispět k inovaci výuky fyziky v celém spektru, vedle mechaniky též elektřiny a magnetismu, optiky, akustiky, termiky a vlnění. Práce, které v těchto fyzikálních oblastech publikoval, byly značně rozsáhlé, dalo by se říci „přematematizované“, a tím z pedagogického hlediska problematické. I ve svých fyzikálních spisech zůstával svým myšlením matematikem.

V době Matzkova působení na univerzitě se ve světě rychle rozvíjela nauka o elektromagnetismu v teorii, experimentu i technických aplikacích. V roce 1860 W. Matzka publikoval rozsáhlejší 40 stránkové pojednání o měření síly proudu v galvanometrech nazvanou *Allgemeine Berechnung der Stromstärken*

²²³ Viz *Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik* 4(1872), str. 445.

in *Galvanometern* [M48]. Práce byla avizována v časopise *Annalen der Physik und Chemie* v článku o teorii sinusové busoly (viz [M47]) a ve stručnosti přednesena na zasedání *Královské české společnosti nauk* (viz [M45]).

Jedním z důležitých předpokladů výzkumu elektrických a magnetických jevů byla tvorba a zdokonalování konstrukce elektrických měřicích přístrojů. Věc byla poměrně komplikovaná vzhledem k tomu, že dlouho nebyly jasně definovány elektrické a magnetické veličiny a jejich jednotky, a také Ohmův zákon pro vztah mezi napětím, proudem a odporem v elektrickém obvodu si jen obtížně získával uznání. Naproti tomu potřeba měřit slabé elektrické proudy byla vyvolána především rozvojem telegrafie a vrcholem tohoto úsilí bylo, když se v roce 1866 britskému fyzikovi Williamu Thomsonovi (1824–1907) podařilo uskutečnit přenos signálu podmořským kabelem z Evropy do Ameriky a speciálním galvanometrem vlastní konstrukce zachytit a zesílit nesmírně slabý proud na konci kabelu.

Galvanometry, jak byly nazývány přístroje určené k měření velikosti elektrického proudu, vycházely z uspořádání, pomocí něhož dánský fyzik Hans Christian Oersted (1777–1851) v roce 1820 poprvé pozoroval, že v okolí elektrického vodiče s proudem vzniká magnetické pole, které vychyluje magnetku. Nejstarší konstrukce galvanometrů, které se objevily ve 30. letech, představovaly kruhový proudový prstenec umístěný ve svislé rovině a otáčivý kolem svislé osy, v jehož středu se nacházela magnetka. Pro zesílení účinku byl vodič s proudem navinut na prstenec vícenásobně (tzv. multiplikátor) a magnetická indukce mířila kolmo k rovině prstence.

Zařízení bylo nazýváno tangentová nebo sinusová busola. Vychýlení magnetky bylo ovšem ovlivněno nejen proudem v prstenci, ale také zemským magnetickým polem nebo dokonce rušivými železnými předměty v blízkosti. V případě tangentové busoly probíhalo měření tak, že na počátku byl prstenec fixován ve směru zemského magnetického pole, aby magnetka ležela v rovině prstence. Při průchodu proudu se magnetka vychýlila a tangens úhlu vychýlení byl úměrný procházejícímu proudu.

V případě sinusové busoly byl prstenec z počátku rovněž orientován ve směru zemského magnetického pole. Při průchodu proudu byl ale natáčen tak, aby magnetka opět ležela v rovině prstence. Proud byl pak přímo úměrný sinu úhlu pootočení prstence. Tuto skutečnost nebo větu chceme-li, je možno ověřit elementární geometrickou úvahou. W. Matzka však považoval za potřebné podat její rozsáhlý matematický důkaz.

Ve skutečnosti se v Matzkově době už sinusová ani tangentová busola dávno nepoužívaly jako nepraktické a překonané mnoha novými konstrukcemi celé řady experimentátorů, kterým se podařilo eliminovat vliv zemského magnetického pole, zvýšit citlivost měření a učinit ho technicky dokonalejším. W. Matzka tedy v podstatě přichází „s křížkem po funuse“.

Jeho teorie sinusové busoly vyvolala také odmítavou odezvu. Profesor fyziky na pražské univerzitě Viktor Pierre (1819–1886) vystoupil v časopise *Annalen der Physik und Chemie* s kritickou poznámkou, že Matzkovo odvození nejen nepřináší nic nového, ale je dokonce jen zvláštním případem obecnější

věty, která byla již dříve známa a publikována.²²⁴ W. Matzka se ovšem vůči výtce o nepůvodnosti ohradil v rozsáhlejší poznámce nadepsané *Noch eine Bemerkung zur Lehre von der Sinusbusssole* [M52] a snažil se svůj přínos obhájit. S podobnou reakcí na svá teoretická odvození se setkal už dříve i později vícekrát, dokonce ji někdy i předvídal a snažil se jí předcházet. S možnou reakcí kritiků, že jeho práce nepřináší „nichts Neues“, vždy tak trochu počítal.

Geometrická optika

V souvislosti se svým univerzitním předmětem a ve svědomité snaze obsáhnout všechny oblasti fyziky zabrousil W. Matzka tak trochu i do optiky, ovšem pouze geometrické. V roce 1860 publikoval poměrně rozsáhlou práci nazvanou *Interessante Abänderung des Ausspruchs des Gesetzes der gewöhnlichen Lichtbrechung* [M51], v níž se zabýval zákony odrazu a lomu světla. Podal jakési shrnutí teorie a některé aplikace zákona lomu světla. Odvodil mezi jiným kritický úhel lomu a zpětný odraz světla, které dopadá z opticky hustšího prostředí do opticky řidšího. Dále se věnoval otázkám odrazu a lomu světla na zakřivených plochách, které oddělují dvě různá optická prostředí. Byla to úloha zajímavá především pro geometry, kteří se jí zabývali už dvě tisíciletí. W. Matzka se soustředil především na zvláštní případ, kdy je ohraničujícím rozhraním elipsoid. Celkově ovšem ani tato Matzkova práce nepřináší nic, co by nebylo v jeho době známo nebo co by se nedalo snadno odvodit ze zákona lomu.

W. Matzka si toho byl vědom, a proto usiloval o to, učinit v optice nějaký nový objev nebo alespoň podat matematicky hlubší odvození známých zákonů. Proto v roce 1864 publikoval krátkou poznámku pod názvem *Einfache Bestimmungsweisen der Richtcosinus der von ebenen oder krummen Flächen reflectirten oder gebrochenen Lichtstrahlen, mit Benützung des so eben beschriebenen Projectionsverfahrens* [M57], v níž se pokusil zformulovat rovnice zákonů odrazu a lomu světla za použití formalismu kartézských souřadnic a směrových kosinů. Zároveň naznačil způsoby řešení těchto rovnic. Žádného fyzikálního zobecnění teorie ovšem nedosáhl a v podstatě se vrátil klikatými cestami ke Snellovu zákonu.

Nový „objev“ v oblasti optiky oznámil W. Matzka v několikastránkové poznámce, kterou uveřejnil v roce 1867. Charakterizoval ho názvem *Eine auffällige Eigenheit der Richtungen der, durch ein Prisma oder durch mehrere Prismen parallelen Kanten, gebrochenen Lichtstrahlen* [M59] tedy *O nápadné zvláštnosti týkající se směru světelného paprsku, který prošel soustavou hranolů*. V této práci se W. Matzka zabýval lomem monochromatického světla hranoly a uvedl, že jeho objev není obsažen ani v renomovaných učebnicích optiky. Přitom formuloval dvě věty. První říkala, že dopadá-li světelný paprsek na hranol tak, že svírá s rovinou jeho stěny určitý úhel, vychází pak na druhé straně hranolu pod tímž úhlem vzhledem k této rovině. Věta je ovšem triviální důsledek zákona lomu. Druhá formulovaná věta byla obecnější. Uvažoval průchod paprsku řadou vzájemně se dotýkajících hranolů, jejichž lámavé stěny

²²⁴ Viz *Annalen der Physik und Chemie* 109(1860), str. 191–192.

musí být rovnoběžné. V tom případě záleží na indexech lomu prostředí jednotlivých hranolů a W. Matzka tuto otázku obsáhleji diskutoval. Za určitých, dosti umělých a pro praxi málo významných předpokladů nedojde k odchýlení paprsku, jeho deviace bude nulová a soustava hranolů se bude chovat jako planparalelní optická destička. Intuitivně je to správné tvrzení a W. Matzka ho pomocí zákona lomu dokázal.

Je zajímavé až úsměvné, že na závěr své poznámky W. Matzka předvídal, že by mohl být obviněn z toho, že jeho věta není původní a byla už v některé práci publikována, i když ji W. Matzka dokázal svým vlastním způsobem. Uvedl proto, že se vzhledem k velkému množství uveřejňovaných prací mohlo stát, že nějaká publikace jiného autora na toto téma unikla jeho pozornosti.²²⁵ V takovém případě, napsal W. Matzka, se dá od hluboce učených mužů poučit a rád jejich výsledky přijme.

Hudební akustika

W. Matzka si nedal pokoj ani po svém odchodu do důchodu z profesorského místa. Bylo mu již přes 80 let, když vystoupil na zasedáních *Královské české společnosti nauk* se dvěma referáty týkajícími se hudební akustiky. Ty pak byly publikovány v *Pojednáních Společnosti* pod názvy *Kritische Berechnung der musikalischen Töne und der diatonischen Tonleitern* [M68] a *Natürlichste Berechnung musikalischer Tonleitern* [M69]. První příspěvek (tj. [M68]) se zabýval novým přístupem k výpočtu hudebních tónů v diatonických stupnicích, druhý (tj. [M69]) pak některými vlastnostmi těchto stupnic. Diatonické stupnice představují jak známo velkou třídu hudebních stupnic v rozmezí jedné oktávy a liší se počtem a rozmístěním celotónových a půltónových přechodů. Jsou to nejužívanější stupnice v evropské umělé i lidové hudbě. Jiné stupnice využívají např. některé východní národy a to také dodává třeba čínské hudbě nám nezvyklý ráz.

W. Matzka uvedl, že vyšel ze svých univerzitních přednášek o matematické fyzice z 50. let a že ho neuspokojovaly výklady tehdejších učebnic akustiky (např. E. F. F. Chladniho z roku 1802) ani co do hloubky ani co do zdůvodnění. Vzestup tónů v diatonické stupnici a harmonický nebo disharmonický souzvuk jejich akordů je záležitostí poměru kmitočtů těchto tónů, které lze vyjadřovat zlomky v poměru malých celých čísel.

Představa o vztahu harmonického vjemu a číselných poměrů kmitočtů jednotlivých tónů sahá daleko do historie, až do dob Pythagorových a Keplerových s jejich harmonickou hudbou sfér. Pozorujeme také, že ani v Matzkově době neexistovaly ještě přesné indikátory výšky tónů a bylo třeba se často spolehnout na absolutní sluch hudebníků. Věc je dále komplikována tím, že každý hudební nástroj produkuje i chvění o vyšších harmonických kmitočtech a to dodává tónům i jejich barvu. Otázka harmonického vjemu je kromě toho do značné míry subjektivní, takže se dostáváme na pomezí akustiky, teorie čísel a uměleckého vnímání.

²²⁵ Co by asi W. Matzka říkal dnes, kdy jsou nových fyzikálních objevů publikovány miliony?

V první práci z roku 1882 [M68] W. Matzka porovnával různé posloupnosti zlomků, nejdříve s čitateli rovnými jedné, pak s různými prvočíselnými čitateli a jmenovateli a nakonec vkládal mezi dva sousední tóny aritmeticky střední hodnoty jejich kmitočtů. Snažil se přitom najít podmínky pro harmonický souzvuk různých intervalů a akordů se dvěma a třemi tóny. Práce má více než třicetistránkový rozsah. Dočkala se opět kritiky, profesor Wangerin z Halle ji označil za nesmírně rozsáhlou a přitom elementární.²²⁶

W. Matzka zůstal neúnavným do konce svého života. Jeho poslední publikovaná práce s názvem *Natürlichste Berechnung musikalischer Tonleitern* [M69] tedy *Nejpřirozenější výpočet hudebních stupnic* je z roku 1888. W. Matzka v ní navázal na předchozí práci o hudebních stupnicích (tj. [M68]) a snažil se o jakési shrnutí svého přístupu. Úvodem se omluvil za delší časový interval mezi oběma pracemi, uvedl své zdravotní obtíže, které mu znemožňovaly číst, a zmínil se o tom, že od penzionování z pražské univerzity a ve věku 88 let jeho pracovní výkonnost poklesla, i přes stále množství nápadů, jak výpočty dále zjednodušit.

Statika

Vedle článků s vysloveně fyzikální tematikou publikoval W. Matzka v průběhu let i celou řadu prací zabývajících se problémy ležícími na pomezí geometrie a statiky. Nepřinášel v nich sice nové, dříve neznámé výsledky, ale snažil se o zpřesnění jejich matematických důkazů. Zmíňme jen některé z nich.

V roce 1844 vyšly v časopise *Archiv der Mathematik und Physik* dvě jeho poznámky. První, nazvaná *Bemerkungen zur Bestimmung des Schwerpunktes im sphärischen Dreiecke* [M10], se týkala komentáře k článku T. J. Eschweilera z Kolína nad Rýnem o určení těžiště sférického trojúhelníka. W. Matzka zde poukázal na to, že k autorovu výsledku dospěl sám už dříve, roku 1836. Ve druhé poznámce s názvem *Neuer Beweis der Gleichheit von Parallelepiped* [M11] se snažil podat nový, přesnější důkaz tvrzení, že dva rovnoběžnostěny o téže základně a výšce mají stejný objem. Matzkova poznámka nadepsaná *Wann liegt der Schwerpunkt eines ebenen Viereckes ausserhalb desselben?* [M37] je spíš zajímavou geometrickou, respektive topologickou hříčkou. Jde o stanovení obecné podmínky, za níž těžiště rovinného čtyřúhelníku leží mimo jeho plochu.

Snad nejrozsáhlejší Matzkova práce z oblasti stereometrie a statiky (téměř 50 stránek) byla pod názvem *Zur Bestimmung der Rauminhalte und Schwerpunkte von Körpern zwischen zwei Parallel-Ebenen und einer zusammenhängenden Umfläche* [M46] publikována v roce 1859 a týkala se výpočtu objemů, těžišť a statických momentů těles ohraničených shora a zdola dvojicí rovnoběžných rovin. Šlo o čtyřboký hranol, komolý kužel, komolý jehlan, elipsoid, paraboloid, hyperboloid, sloupy a obelisky nejružnějšího vodorovného průřezu. Známeli algebraickou funkci, která charakterizuje tvar pláště takového tělesa, lze uvedené veličiny nalézt prostým integrováním a to také W. Matzka provedl. Podivně přitom vynívá jeho závěrečná poznámka ve smyslu, že integrální for-

²²⁶ Viz Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik 14(1882), str. 827.

mule uvedl spíše pro stručnost, ale že pro plochy druhého a třetího stupně lze objemy těchto těles nacházet elementárním způsobem, prostým limitováním nekonečných řad. Tuto metodu také doporučil pro přednášky a učebnice určené začátečníkům. Nezdá se tedy, že by jeho studenti byli v integrování nějak příliš zblhlí. Poznamenejme ještě, že W. Matzka přednesl výsledky svých výpočtů také na zasedání *Královské české společnosti nauk* (viz [M44]).

Paralela mezi W. Matzkou a Ch. Dopplerem

Zajímavá může být zmínka a srovnání životního běhu a odborné dráhy W. Matzky s jiným matematikem a fyzikem, který působil v Praze ve stejné době, Christianem Dopplerem (1803–1853). Jejich životy se alespoň jednou prořaly. Ch. Doppler pocházel ze Salzburku, kde se narodil v rodině uměleckého kameníka, a byl o pět let mladší než W. Matzka. Po ukončení studií na vídeňské polytechnice (1825), kde se seznámil i se základy vyšší matematiky, matematické fyziky a astronomie, se Ch. Doppler ocitl v existenční nejistotě. Nakonec získal místo asistenta matematiky na vídeňské polytechnice, ovšem také časově omezené. V této době publikoval několik matematických prací v ročenkách vídeňské polytechniky. Týkaly se axiomatiky geometrie a konvergence logaritmických řad a řetězových odmocnin. Matematikové sice ocenili Dopplerovo nadšení a bohatství nápadů, ale poukázali na to, že jeho práce obsahují řadu chyb, přehlédnutí a nesprávných interpretací.

Mezitím skončil Dopplerův dočasný pracovní poměr a nastalo opět hledání odpovídajícího pedagogického místa na některé z vysokých škol v rakouské monarchii. Obsazování takových míst bylo zdlouhavé, táhlo se celé roky a řídilo se složitými pravidly výběrového řízení, která do jisté míry přežila až po naše časy. Kandidáti byli podrobováni zkouškám, celé řízení ovlivňovaly nejvyšší školské a politické úřady, takže existoval prostor i pro korupci a nadržování oblíbencům. Úřady ovšem také přísně sledovaly, zda se profesori při výuce přidrží předepsaných osnov a učebnic, nezavádějí nežádoucí novoty a zda dodrží studijní a zkušební předpisy. Zdlouhavost výběrových řízení měla i jistou výhodu – po celou dobu museli výuku suplovat méně kvalifikovaní učitelé, ovšem za nižší plat.

Ch. Doppler se nakonec uchytil v roce 1835 na pražské stavovské reálce jako profesor aritmetiky, geometrie a účetnictví. Reálka byla zřízena jako přípravná škola pro uchazeče o studium na polytechnice, měla elementární úroveň a nemohla Dopplerovy odborné ambice uspokojit. K personálním přesunům došlo v roce 1834 v souvislosti s úmrtím ředitele klementinské hvězdárny v Praze Aloise Martina Davida (1757–1836). Na jeho místo byl převeden profesor Adam Bittner (1777–1844) z pražské polytechniky, který si ostatně za léta suplování a vyčerpávající pedagogické práce bez pomocníků dávno podlomil zdraví. Jeho odchodem se na polytechnice uvolnila profesura elementární matematiky a praktické geometrie (geodézie).

Ch. Doppler, který byl jako profesor reálky vlastně zaměstnancem polytechniky (nevalně placeným), byl vcelku logicky pověřen suplováním a očekával, že mu tato profesura bude v nejbližší době bez dalšího řízení nabídnuta. Místo toho byl však vypsán řádný konkurz, do něhož se přihlásilo sedm žadatelů

z Prahy, Vídně, Lvova a Lince, kteří byli podrobeni zkoušce z elementární matematiky (teorie logaritmů), analytické a praktické geometrie. Ch. Dopplera se velmi dotklo, že byl jeho nárok takto zpochybněn, podal stížnost a dlouhý rozklad zemským úřadům a nepřímo se domáhal spravedlnosti u samotného císaře.²²⁷

Do konkurzu se přihlásil i W. Matzka, který působil ve Vídni na dělostřelecké škole jako profesor vyšší matematiky. Přednášel důstojníkům matematickou analýzu, geometrii a mechaniku. Měl ovšem vyšší ambice a usiloval o profesorské místo na některé z vysokých škol v monarchii.

Výsledek konkurzu byl, dalo by se říci, typický. W. Matzka jako zkušený matematik a pedagog konkurz hravě zvládl a získal první místo. Profesura na polytechnice byla ale nakonec (až v roce 1841!) přiřknuta Dopplerovi. Po Dopplerově odchodu z Prahy se W. Matzka v roce 1849 jako profesor matematiky na polytechnice přece jen krátce uchytil a rok na to přešel na pražskou univerzitu, kde rozvinul své rozsáhlé působení.

Ch. Dopplera od samého počátku neuspokojovala nízká úroveň výuky matematiky na technice ve srovnání s univerzitou a stále navrhoval, aby byly zařazeny třeba nepovinné přednášky z vyšší matematiky, tedy matematické analýzy. Nakonec mu bylo povoleno, aby takové přednášky pro zájemce konal. Nadšeně tak mohl začít seznamovat studenty techniky a vybrané obecnost s metodami vyšší matematiky a oslňovat svou vědeckou erudicí. Ovšem jen do té doby, než úřady zjistily, že za tyto své nepovinné přednášky požaduje příplatek. Pak usoudily, že stačí, aby se vyšší matematika učila jen na univerzitě, a Dopplerovy přednášky opět zrušily.

Mezi W. Matzkou a Ch. Dopplerem musel nutně existovat vztah určité rivality a možná dokonce vzájemného přezírání. Co je však spojovalo, byl vztah k významným učitelům, kteří se zasloužili o zkvalitnění výuky fyziky v rakouské monarchii. Na přelomu 18. a 19. století fyzika v rakouských zemích stále silně zaostávala za vyspělými zeměmi západní Evropy, a to jak ve výuce, tak ve výsledcích výzkumu a jejich uplatnění. Tereziánské a josefínské reformy přinášely své plody jen velmi pomalu. První seznámení s matematickou fyzikou zprostředkoval W. Matzkovi profesor fyziky na pražské univerzitě Franz Ignac Cassian Hallaschka (1780–1847), který působil na pražské univerzitě jako profesor fyziky v letech 1814 až 1832 a věnoval se především astronomii, nebeské mechanice a meteorologii. Práce, které publikoval, byly ovšem spíše pedagogického či referativního charakteru a nástup nových fyzikálních proudů a poznatků se v nich neodrážel.

Ve Vídni to byli zejména dva rakouští fyzikové, Andreas Baumgartner (1793–1865) a Andreas Ettingshausen (1796–1878), kteří se snažili vnést do výuky fyziky nového ducha. Důležitou úlohu přitom sehrála i nastupující průmyslová revoluce a postupné nasazování parních strojů a dalších technických novinek v průmyslu, dopravě i v denním životě a oba profesori se snažili i o popularizaci fyziky v přednáškách pro širší veřejnost, např. pro řemeslníky.

²²⁷ Viz Seidlerová I., *The Phenomenon of Doppler*, Czech Technical University, Prague, 1992.

A. Baumgartner přednášel na vídeňské univerzitě od roku 1823, konal pravidelné nedělní přednášky o fyzice doprovázené experimenty a vydal oblíbenou učebnici fyziky nazvanou *Naturlehre* (1823), která se dočkala řady vydání. Spolu s A. Ettingshausenem založil též první rakouský časopis pro fyziku a matematiku *Zeitschrift für Physik und Mathematik*. A. Ettingshausen působil na vídeňské univerzitě od roku 1817 a byl znám jako výborný učitel a vynalézavý experimentátor. Měl široký rozhled po celé fyzice. Jak W. Matzka, tak Ch. Doppler některé jeho přednášky na vídeňské univerzitě navštívili. A. Ettingshausen a W. Matzka se později stali blízkými přáteli. Pokud jde o Ch. Dopplera, stál A. Ettingshausen na jeho straně v době, kdy objev Dopplerova jevu a Dopplerova odborná reputace byly ostře napadány.

V období následujícím po revolučním roce 1848 došlo v rakouské monarchii k rozsáhlým školským reformám a také posílení výuky fyziky. Císařským dekretem ze dne 17. 1. 1850 byl na vídeňské univerzitě zřízen fyzikální ústav pro výchovu učitelů fyziky pro střední školy. Ředitelem tohoto ústavu nebyl kupodivu jmenován starší a zasloužilejší A. Ettingshausen, nýbrž Ch. Doppler, který tak dosáhl vrcholu své akademické kariéry. Stal se vlastně zakladatelem pracoviště, na němž pak vyrostla celá plejáda světoznámých rakouských fyziků počínaje Loschmidtem, Boltzmannem a Schrödingerem.²²⁸ Dopplerovo zdraví se však již silně zhoršovalo, a tak se musel své funkce brzy vzdát. Odjel se léčit do italských Benátek, které tehdy také patřily k rakouské monarchii, a tam brzy zemřel. Na jeho ředitelské místo byl jmenován jeho bývalý učitel A. Ettingshausen a jak praví Riegerův slovník naučný, fyzikální ústav *v kvetoucí stav uvedl*.

W. Matzka a Ch. Doppler byli zajisté učitelé různých povah a přístupů. Zatímco W. Matzka dbal především na matematickou rigoróznost a snažil se každé fyzikální tvrzení exaktně dokázat (fyzika ovšem bere některé své poznatky ze zkušenosti, experimentu, a dokazovat je nelze), imponoval Ch. Doppler především intuicí, svým nadšením a vizí, přičemž mu na matematické nepřesnosti, neobratnosti nebo dokonce numerické chybě nesešlo. Matzkovy přednášky musely být pro studenty náročné a těžko pochopitelné, u Ch. Dopplera zas vyčíňovali jeho velké nadšení, ale nestačili sledovat cesty, jimiž se ubírala jeho fantazie.

Pokud jde o nové vědecké objevy, byla na ně rakouská a česká fyzika v 19. století chudá, zejména ve srovnání se situací ve Francii, Anglii a Německu. Ani A. Baumgartner, ani A. Ettingshausen nic zásadně nového neobjevili a stejně tak W. Matzka, který se ovšem zabýval fyzikou jen okrajově, a to z její matematické stránky. Ch. Doppler, jehož matematické práce bývaly zatížené nepřesnostmi, se věnoval experimentální a praktické fyzice podstatně více. Nešlo mu však o teoretické zdůvodňování, spíše o drobná technická zlepšení přístrojů, intuitivní nápady nebo spekulativní úvahy, často kuriózní.

Se zdokonalováním rozlišovací schopnosti dalekohledů zaznamenávali astronomové stále větší počet dvojhvězd. Ch. Doppler přišel s myšlenkou, že by

²²⁸ Johann Josef Loschmidt (1821–1895), Ludwig Eduard Boltzmann (1844/1906), Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger (1887–1961).

složky dvojhvězdy, z nichž jedna se pohybuje směrem k nám a druhá směrem od nás, měly zářit v doplňkových barvách. Odvodil (velmi nešikovně) elementární matematický vztah pro závislost kmitočtu vln, zvukových nebo světelných, na pohybu zdroje nebo pozorovatele známý jako Dopplerův jev.²²⁹

Jeho odvození bylo ovšem chabé, Ch. Doppler neměl pro svůj jev žádné experimentální potvrzení a jeho matematická „teorie“ na několika řádcích byla nepřesvědčivá a zatížená chybami (včetně nedůsledného značení). Není proto divu, že astronomové, kteří žádné „barevné světlo dvojhvězd“ nepozorovali, jeho práci odmítli a matematické kalibru Matzkova nebo Petzvalova mohli na jeho „teorii“ shlížet jen s pohrdáním.

A přece měl Ch. Doppler nakonec pravdu. Z matematické logiky víme, že vycházíme-li z nesprávných předpokladů a postupujeme-li nesprávným způsobem, můžeme se dobrat i správného výsledku. Chce to jen trochu štěstí. Brzy po Dopplerově smrti byl jím objevený jev potvrzen akustickými experimenty (Ernst Mach (1838–1916)). Francouzský fyzik Armand Fizeau (1819–1896) ukázal, že pohybující se zdroje záření sice nemění barvu, ale jejich spektrální čáry se mírně posunují, a Dopplerův jev vstoupil do fyziky, astronomie, techniky, lékařství a dalších odvětví vědy.

Přes všechnu primitivnost Dopplerových prací musíme nakonec uznat, že objev Dopplerova jevu byl nejvýznamnější fyzikální výsledek v našich zemích za celé 19. století. Ch. Doppler celý život usiloval o to, stát se dobrodincem lidstva, a tohoto cíle dosáhl. Jeho jméno dnes znají všichni technici, letečtí i lodní navigátoři, astronomové, lékaři pracující s ultrazvukem a další odborníci. Dopplerův jev se uplatňuje všude tam, kde se vyskytují zdroje záření a pohybují se, tedy prakticky v celé přírodě. Umožnil dokonce objasnit původ našeho vesmíru a jeho rozpínání. Matzkovo jméno, přes všechnu důkladnost a solidnost jeho prací dnes zná jen několik historiků matematiky.

* * * * *

Literatura

- [Fol2] Folta J., *Základy geometrie v pracích českých matematiků 19. století*, Sborník pro dějiny přírodních věd a techniky, Academia, Praha, 1966.
- [No] Nový L. a kol., *Dějiny exaktních věd v českých zemích*, Academia, Praha, 1961.
- [Sei] Seidler J., Seidlerová I., *Zur Entstehungsgeschichte des Dopplerschen Princips*, ČSAV, Praha, 1992.
- [Št] Štoll I., *Christian Doppler: Pegas pod jařmem*, Prometheus, Praha, 2003.

²²⁹ Viz Doppler Ch., *Über das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels*, Prag, 1842.

