

# Hermann von Helmholtz

## (k dvoustému výročí narození)

JITKA HOŠKOVÁ PROKŠOVÁ

Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni

*V 19. století patřil Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz k nejvýznamnějším německým přírodovědcům. Jeho zájem o fyziku byl od mládí tak silný, že pře-trval i během studia lékařství, ke kterému ho donutil otec. Právě propojení poznatků z fyziky a fyziologie způsobilo, že se už za svého života proslavil výzkumy a pozdější podrobnou analýzou funkce nejdůležitějších smyslových orgánů – oka a ucha.*

Hermann se narodil 31. srpna 1821 v německé Postupimi, kde jeho otec August Ferdinand Julius Helmholtz působil jako učitel filozofie a literatury na gymnáziu. Rodinné prostředí umožnilo Hermannovi bilingvní dětství nejen proto, že jeho matka Caroline Penne byla Angličanka, ale hlavně kvůli péči otce, který svého syna cíleně vzdělával v latině, řečtině, francouzštině, italštině, hebrejštině a arabštině. Jako učitel filozofie také poskytl Hermannovi vhled do díla osvíceného Immanuela Kanta a seznámil ho s ateistickými úvahami Johanna Gottlieba Fichteho, který počátkem 19. století vzbudil v Berlíně rozruch svými přednáškami vyzývajícími k mravní obrodě.

Hermann byl zvědavé dítě a tak není divu, že ho zaujala tajemství přírody. Zájem o fyziku ale nedošel ve vysokoškolském studiu naplnění, protože rodina neměla dostatek financí. V té době však vláda podporovala program pro nadané studenty lékařských oborů, a tak otec nasměroval syna ke studiu na Královském medicínsko-chirurgickém institutu Bedřicha Viléma v Berlíně. Doufal přitom v synův lepší finanční výhled do



Obr. 1 Hermann von Helmholtz (zdroj: Pinterest)

budoucná i ve věhlas institutu, na kterém pracoval významný fyziolog Johann Müller. Úspěšné absolvování však zavazovalo Hermanna k sedmi letům služby v oblasti vojenské chirurgie, a proto byl roku 1843 přidělen k postupimskému pluku. I během těchto sedmi let se mladý Hermann mohl věnovat dalšímu fyziologickému výzkumu, který dříve prováděl právě pod Müllerovým vedením – zřídil si v kasárnách laboratoř. Ve volném čase hrál na klavír a dále prohluboval své znalosti matematiky (především neeuclidovské geometrie), díky kterým později vždy exaktně formuloval své fyzikální a fyziologické poznatky.

V polovině 19. století se řada vědců zabývala hledáním co nepřesnější formulace zákona zachování energie. Také Helmholtz přispěl do diskuze úvahami, které vycházely z jeho výzkumů svalové činnosti. Tvrdil, že svalová síla je odvozena z chemických a fyzikálních principů. V roce 1847 publikoval své myšlenky v pojednání *O zachování síly* (Über die Erhaltung der Kraft) [1], kde vyložil matematické principy zachování energie při svalové činnosti. V jednotlivých kapitolách formuloval silové ekvivalenty tepla, elektrických procesů, magnetismu a elektromagnetismu, vycházející přitom z podnětů a prací Benoîta Paula Émile Clapeyrona, Humphryho Davyho a Carla Holtzmanna. Na příkladech různých dějů v plynech a situacích, při kterých se zdá, že dochází ke ztrátě energie, ukázal, že ve skutečnosti jde o přeměnu energie na teplo. Zmíněné pojednání se zabývalo širokou řadou aplikací včetně elektrostatik, galvanických jevů a elektrodynamiky. Svůj názor, že součet kinetické a potenciální energie zůstává v izolovaném systému stálý, přednesl také v berlínské fyzikální společnosti, kterou 23. července 1847 seznámil se základními myšlenkami zveřejněnými právě ve statí *O zachování síly* [1].

V následujícím roce se stal odborným asistentem na Akademii společenských věd v Berlíně. Z centra vědeckého dění byl však o rok později odvolán, aby přesídlil a začal přednášet na Fyziologickém institutu univerzity v Königsbergu (česky Královec, dnešní Kaliningra). V tomto nejvýchodnějším baltském přístavu tehdejšího Pruska Helmholtzova kariéra rychle poskočila vpřed. Rok 1849 byl pro něj významný také soukromě – 26. srpna se oženil s Olgou von Velten (1827–1859), dcerou vojenského chirurga.

Během pobytu v Königsbergu, kde jako docent fyziologie přednášel fyziologii a patologii, se vydával i na cesty po německých univerzitách a uskutečnil první návštěvu Anglie. Navázal při ní spolupráci s několika anglickými fyziky, přátelská pouta si vytvořil hlavně s W. Thomsonem. V té

době přinášela výzkumná práce Helmholtzovi značné uspokojení – měřil rychlost přenosu nervového impulsu a zabýval se pozorováním sítnice a akomodací oka. Důsledkem jeho studia optického systému lidského oka bylo v roce 1851 sestavení očního zrcátka (oftalmoskopu) a spisek *Popis očního zrcátka ke zkoumání sítnice v živoucím oku* (Beschreibung eines Augenspiegels zur Untersuchung der Netzhaut im lebenden Auge) [2]. Právě vynález oftalmoskopu mu získal mezinárodní věhlas. Později se věnoval výzkumu zakřivení rohovky a jako první sestrojil laboratorní přístroj na proměření parametrů rohovky – oftalmometr (keratometr) [3]. Nicméně, experimenty s aditivním a subtraktivním mícháním barev, které v roce 1852 prováděl, ho vedly k odmítnutí Newtonovy teorie barev. Závěry, ke kterým došel, byly tehdy kritizovány Hermannem Güntherem Grassmannem a Jamesem Clerkem Maxwellem [6]. Helmholtz uznal své chyby a o tři roky později uveřejnil nové experimentální výsledky, které se staly základem pro jeho teorii prostorového vnímání a barevného vidění v několikasvazkovém díle *Rukověť fyziologické optiky* (Handbuch der Physiologischen Optik)<sup>1)</sup>[4].

Přes uznání, které se jeho výzkumu ve Fyziologickém institutu univerzity v Königsbergu dostalo, ho tamější chladné počasí přimělo – především s ohledem na křehké zdraví jeho ženy – požádat o přesun a s pomocí Alexandra von Humboldta nové místo získal. V letech 1855–1858 tedy působil jako profesor anatomie a fyziologie na univerzitě v Bonnu, kde ho však čekaly poněkud nemilé chvíle. Přestože si ve světě již vybuodoval pověst významného přírodovědce, byly na něj v tomto období podány ministroví školství stížnosti týkající se jeho údajně nekompetentních přednášek z anatomie. Stížnosti i kritiky se ho silně dotýkaly, protože byl přesvědčený o správnosti svého mechanisticko-fyziologického podání, a tak se roku 1858 rozhodl přejít na univerzitu do Heidelbergu. Nepřízeň tohoto období se odrazila i v jeho soukromém životě. V roce 1858 mu zemřel otec a na konci roku 1859 jeho manželka. Skutečnost, že osaměl s dvěma malými dětmi, ho možná vedla i k následujícímu, poměrně rychlému rozhodnutí – 16. května 1861 se jeho druhou manželkou stala Anna von Mohl (1834–1899), dcera Roberta von Mohla, jednoho z heidelberských profesorů. Z jejich svazku později vzešly tři děti.

Helmholtzova vědecká éra v Heidelbergu bývá hodnocená jako nejproduktivnější roky jeho kariéry – hluboký a trvalý zájem o smyslové vnímání vyústil v další nové poznatky, které umožnily pochopit hraniční problémy fyziologie sluchového orgánu a psychologie – například způsob, jakým člo-

---

<sup>1)</sup>První až třetí svazek vyšly v rozpětí let 1855–1867.

věk slyší kombinované tóny [6]. Zřejmě jeho láska k hudbě mu pomohla při zkoumání lidského ucha i při analýze pohybu houslových strun a byla podnětem pro hlubší studium fyziologie vnímání a mísení tónů – v roce 1863 vydal *Nauku o vnímání tónů jako fyziologickém základu teorie hudby* (Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik) [5], ve které položil základy akustiky. V této době se také zabýval akustickou rezonancí, což ho přivedlo k zhotovení rezonátoru, který dodnes nese jeho jméno.

Od roku 1866 se začal Helmholtz fyziologii vzdalovat a více se přibližovat k fyzice. Významně přispěl k rozvoji fyzikální chemie statemi o termodynamice chemických reakcí. Kládl důraz na rozlišení vázané a volné energie soustavy, přičemž rozšířil fenomenologickou termodynamiku o pojem volné energie soustavy jako termodynamického potenciálu<sup>2)</sup>. V mechanice se zabýval teorií vířivého pohybu kapalin, mechanismem šíření mořských vln a položil i základy teorie šíření balistické vlny.

Široký vědecký věhlas mu v roce 1871 přinesl nabídku profesury fyziky na berlínské univerzitě. Dostal ji i Gustav Robert Kirchhoff, jeho kolega z Heidelbergu, kterého vedení univerzity upřednostňovalo kvůli vynikajícím pedagogickým schopnostem. Kirchhoff však post odmítl, a tak nominace přešla na Helmholtze. O 12 let později, v roce 1883, byl profesor Helmholtz povýšen do šlechtického stavu.

Mnohostrannost zájmů je patrná z celého jeho profesního života – napsal přes 220 prací z fyziologie, optiky, akustiky, termodynamiky, hydrodynamiky, elektrodynamiky a elektromagnetismu. Proto jistě nepřekvapí, že se na konci osmdesátých let 19. století stal zakládajícím prezidentem Fyzikálně-technického říšského ústavu (PTR, Physikalisch-Technischen Reichsanstalt) v Berlíně-Charlottenburgu. Činnost tohoto institutu (dnes: PTB, Physikalisch Technische Bundesanstalt) se týkala přesahů mezi přírodními a technickými vědami; v současné době se PTB soustředí na mezinárodní spolupráci s řadou výzkumných ústavů ve světě především v oblasti přesného měření – metrologie [6, 7].

V roce 1894, krátce po přednáškovém turné v USA, utrpěl Hermann von Helmholtz otřes mozku, ze kterého se úplně nezotavil a pozdější komplikace vedly k jeho úmrtí. Jeden z největších přírodovědců 19. století, který

---

<sup>2)</sup>Za vázanou energii považuje Helmholtz tu část energie, která je v souladu s definicí entropie dosažitelná jen jako teplo, volnou energii pak představuje ta část vnitřní energie systému, která je „volná“ a lze ji přeměnit na práci. Úbytek volné energie během izotermického děje tedy odpovídá práci vykonané soustavou [6].

svými poznatky propojil fyziku, lékařství a chemii, tak zemřel v Charlottenburgu několik dní po svých 73. narozeninách, 8. září 1894. Je po něm pojmenováno sdružení vědeckých ústavů v Německu.

## Literatura

- [1] *Helmholtz, H.*: Über die Erhaltung der Kraft, eine physikalische Abhandlung, vorgetragen in der Sitzung der physikalischen Gesellschaft zu Berlin am 23sten Juli 1847. Druck und Verlag von G. Reimer, Berlin, 1847 [cit. 2. 1. 2021]. Dostupné na: [edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/1030/h260\\_helmholtz\\_1847.pdf](https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/1030/h260_helmholtz_1847.pdf).
- [2] *Helmholtz, H.*: Beschreibung eines Augenspiegels zur Untersuchung der Netzhaut im lebenden Auge. A. Förstner'sche Verlagsbuchhandlung, Berlin, 1851 [cit. 3. 1. 2021]. Dostupné na: [reader.digitale-sammlungen.de//de/fs1/object/display/bsb10861264\\_00005.html](https://reader.digitale-sammlungen.de//de/fs1/object/display/bsb10861264_00005.html).
- [3] *Bartuněk, J.*: Fyzikální principy přístrojů v optometrii. Bakalářská práce, UP, Olomouc, 2014 [cit. 2. 1. 2021]. Dostupné na: [theses.cz/id/19lg4i/Bakalsk\\_prce.pdf](https://theses.cz/id/19lg4i/Bakalsk_prce.pdf).
- [4] *Helmholtz, H.*: Handbuch der Physiologischen Optik. Leopold Voss, Leipzig, 1867 [cit. 3. 1. 2021]. Dostupné na: [archive.org/details/handbuchderphysi00helm/page/n5/mode/2up](https://archive.org/details/handbuchderphysi00helm/page/n5/mode/2up).
- [5] *Helmholtz, H.*: Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik. Vieweg, Braunschweig, 1863 [cit. 3. 1. 2021]. Dostupné na: [www.e-rara.ch/zut/content/titleinfo/2716269](https://www.e-rara.ch/zut/content/titleinfo/2716269).
- [6] Hermann von Helmholtz (1821–1894) – Biography – MacTutor History of Mathematics. [cit. 20. 12. 2020]. Dostupné na: [mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Helmholtz/](https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Helmholtz/).
- [7] Physikalisch-Technische Bundesanstalt [cit. 3. 1. 2021]. Dostupné na: [www.ptb.de/cms/en.html](https://www.ptb.de/cms/en.html).