

Rozhledy matematicko-fyzikální

František Jáchim

François Jean Dominique Arago (1786–1853). Astronom, fyzik a politik (a také trochu dobrodruh)

Rozhledy matematicko-fyzikální, Vol. 87 (2012), No. 4, 23–29

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/146494>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2012

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>

François Jean Dominique Arago (1786–1853)
Astronom, fyzik a politik
(a také trochu dobrodruh)

František Jáchim, VOŠ a SPŠ Volyně

Abstract. At the occasion of the 160th anniversary of Arago's death, the article presents his biographical data and the main results of his scientific work in physics and geodetics. His contribution to the completion of the most extensive degree measurement of the Earth is mentioned. Arago's greatest contribution to physics consists in polarization research. He also participated in the initial development of electromagnetism, inspiring his successor A. M. Ampère. Arago entered political life and held some of the highest political posts in France for a short time.



Při procházkách starou Paříží můžeme v kamenné dlažbě ulic, v písku zahradních cest i na nádvoří Louvru zcela náhodou spatřit kruhové bronzové destičky o průměru 12 cm s nápisem ARAGO (obr. 1). Nejsou zde nahodile. Kdybychom sledovali asi desetikilometrovou trasu jejich umístění, šli bychom po pařížském poledníku, který byl roku 1669 po založení tamní hvězdárny označen jako nultý, avšak vydržel jím jen do roku 1884, kdy tuto roli převzal poledník greenwichský a pařížský poledník dostal nezajímavou souřadnici $2^{\circ} 20' 14,025''$ východní délky. Najdeme-li některou ze zmíněných destiček, směr k severu a k jihu nám pomohou určit písmena N a S na ní vyrytá. Destičky v celkovém počtu 135 zde umístil v roce 1994 holandský výtvarník Jan Dibbets za finanční podpory Regionálního fondu pro umění *Ill de France* jako opožděnou poctu významnému francouzskému vědci Françoisovi Dominikovi Aragovi. Na bývalém nultém poledníku, na malém náměstí Île-de-Sein, jen pár kroků od pařížské hvězdárny, stála také Aragova socha, jejíž bronz musel v roce 1942 posloužit zbraním. Uvedené symboly vyjadřují Aragův vztah k tomuto poledníku.



Obr. 1: Jedna z bronzových destiček v pařížských ulicích

Když ke konci 18. století rozhodl francouzský konvent zavést jednotku délky odvozenou z rozměrů Země, kromě výsledků peruánského a laponského stupňového měření, bylo rozhodnuto provést na území Francie další rozsáhlé měření poledníkového oblouku. V letech 1792–1799 se proto uskutečnilo velké francouzské stupňové měření na poledníkovém oblouku Dunkerque–Melun u Paříže–Perpignan. Triangulační měření na návrh Méchainův bylo posléze Aragem a Biotem provedeno až na ostrov Formentera, a byla tak získána délka oblouku 5 130 740 tois (francouzských sáhů), odpovídající dosud nejdelšímu oblouku $9^{\circ}40'$. Ze získaných údajů vycházelo, že 1 metr (při 10^{-7} kvadrantu) = 0,513 074 tois. Aragem a Biotem provedené prodloužení poskytlo délku oblouku, v jehož středu byla 45. rovnoběžka. To mělo mj. svůj význam pro určení nejen délky kvadrantu, ale i zploštění Země na poměrně přesnou hodnotu 1 : 334. Celý měřičský podnik se pro Araga nakonec proměnil v neobyčejné drama, naštěstí s dobrým koncem. Oba měřiče měli ve Španělsku totiž především za vyzvědače. Tomuto obvinění nechtěně nahrávaly i světelné signály mezi geodetickými body, které byly považovány za konspirační znamení. Biotovi se sice ihned po skončení prací podařilo vrátit do Francie, zatímco Arago byl zajat, vězněn, na útěku se pak prokazoval falešnými doklady a dokonce se dostal do rukou lupičů. Je pozoruhodné, že s nimi se pohodl. Jednomu z nich – vůdci – zachránil život při pronásledování policisty a za to dostal průvodní dopis takové síly, že v kraji ovládaném bandity se mohl pohybovat volně a bezpečně. Nakonec byl ale opět zajat a odvečen do Alžírsko. Po propuštění se po dvou dramatických plavbách dostal zpět do Francie. Jeho pod košilí pečlivě uschovávané zápisky z poledníkového měření se ukázaly jako velmi cenné, vždyť na zmačkaném papíru byly základní výsledky společného podniku s Biotem. Ve francouzské společnosti si Arago prošlými útrapami a dramaty geodetické mise získal velké sympatie. Možná i za to

má dnes v pařížské dlažbě své medailónky. Velké francouzské stupňové měření je zvěčněno na podlaze chodby pařížské hvězdárny (obr. 2).



Obr. 2: Schéma velkého stupňového měření v podlaze chodby pařížské hvězdárny

François Dominique Arago se narodil 26. února 1786 v Estagelu na jihu Francie, nedaleko Perpignanu, jako nejstarší ze čtyřech bratrů. Studoval na střední škole v Perpignanu, především matematiku s cílem udělat přijímací zkoušku na pařížskou Polytechniku. Matematika ho již tehdy zaujala natolik, že se začal zajímat o původní matematická díla Lacroixova, Lagrangeova i Laplaceova a při vstupu na pařížskou Polytechniku v roce 1803 již uměl tolik, kolik bylo vyžadováno při ukončení studií. Na této škole se stal ve 23 letech profesorem analytické geometrie a geodézie (přebрал přednášky po Mongeovi) a současně byl sekretářem pařížské hvězdárny (od roku 1830 jejím ředitelem). Na Polytechnice poznal Siméona Poissona – ten mu umožnil dělat asistenta na pařížské hvězdárně, čímž se dostal do blízkosti U. J. J. Le Verriera, jehož z pozice ředitele hvězdárny později podnítil k tomu, aby se zabýval podivnými odchylkami

v dráze Uranu. Úspěšné vyřešení problému, vedoucí k objevu Neptunu, Le Verriera proslavilo. Arago tak spustil jedno neobyčejně vzrušující dobrodružství nebeské mechaniky.

Okruh jeho zájmů pokrýval řadu oblastí – matematiku, fyziku i astronomii. Svoji roli sehrává i v politice. Po pádu císařství 1816, kdy Napoleon uvažoval o opuštění Francie a cestování za vědeckými poznatky, Arago odmítl nabídku, aby císaře doprovázel americkým kontinentem při studiu teplot, atmosférického tlaku a fyzického zeměpisu obecně. V roce 1831 byl zvolen poslancem Národního shromáždění. V revolučním roce 1848 se stal ministrem námořnictví a války.

První Aragovy práce ve fyzice se týkaly teploty a rychlosti zvuku ve vzduchu. K publikaci využil od roku 1816 vycházející *Annalen de chemie et de physique* (založeny J. L. Gay-Lussacem).

Nejvýznamnější Aragovy fyzikální práce se týkají vlnové optiky, zejména polarizace světla. Inspirován byl drobným poznatkem ředitele Polytechniky Liuse Etienna Maluse. Ten roku 1808 pozoroval z okna svého pařížského bytu skrz krystal živce odražené světlo od oken Lucemburského paláce. Zjistil, že když krystal vhodně pootočí, světlo potmění. Objevil tak polarizaci světla. Na základě jeho popisu barevných jevů na krystalech v polarizovaném světle z roku 1811 se T. Young domníval, že světlo je vlnění příčné, což přispělo k mohutnému vstupu J. Fresnela na půdu vlnové optiky, aby ji podstatně rozvinul. Arago dokázal, že polarizované je také světlo odražené od vodní hladiny. Pokud tuto odraženou složku eliminujeme vhodným polarizačním filtrem, lze lépe vidět pod hladinu i při velkém úhlu pohledu. Doporučil mořeplavcům, aby polarizačním filtrem sledovali hladinu okolo lodi – částečným odstraněním odrazu se jim otevře pohled pod hladinu, což v oblastech s mořskými útesy mohlo být k nezaplacení. Když roku 1825 sestrojil polarizační fotometr a zamířil jím na komety, zjistil, že tato tělesa nezáří jen vlastním světlem, ale zčásti i světlem, které je odraženým světlem slunečním.

Zajímal se také o rychlost světla. Byl tu již výsledek pokusů Fizeauových ($c = 313\,000$ km/s), ale Araga především zajímalo, jak se bude skládat rychlost pohybu Země s rychlostí světla jdoucího z hvězd. K tomu účelu sestavil dvojici hranolů umožňující zachytit i nepatrnou odchylku v rychlosti světla. Pozoroval v nadhlavníku hvězdy v 6 hodin (rychlost světla a rychlost Země se sčítají) a v 18 hodin (obě rychlosti se odečítají). Očekávaný výsledek se nedostavil, Arago v rychlosti světla nezjistil sebemenší odchylku. Znamenalo to, že rychlost světla nezávisí na rychlosti pozorovatele – základ budoucího postulátu speciální teorie relativity.

Na francouzské známce z roku 1949 (obr. 3) je F. D. Arago vyobrazen s A. M. Ampèrem. Autor námětu dobře věděl, že tito dva muži mají mnoho společného. Jsou jimi především první pokroky v elektromagnetizmu. Roku 1820 zjistil Christian Oersted, že magnetická střelka reaguje na proud procházející vodičem. Zprávu o tom přivezl do Paříže po návratu ze Ženevy právě Arago. Sám si pokus mnohokrát opakoval a zjistil, že navíc vodič se stává magnetem, neboť přitahuje železné piliny. Uvedl tím na scénu André Marie Ampèra, s nímž se dělil o myšlenky. Spolu vyrobili první elektromagnet a po vkládání železných a ocelových tyček přišli na to, jak vyrábět permanentní magnety. Elektřina se pak stala Ampèrovi celoživotním osudem a on se stal hlavní postavou v rozvoji tohoto oboru – Newtonem elektřiny.

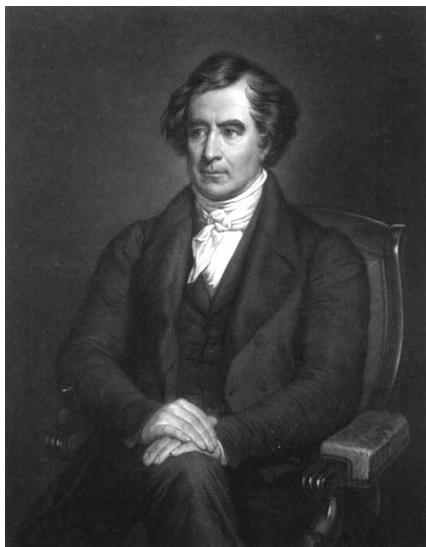


Obr. 3: F. D. Arago spolu s A. M. Ampèrem na francouzské známce

V roce 1824 Arago vyrobil velmi citlivou busolu pro měření vzdálenosti mezi zeměpisným a magnetickým pólem Země. Pověsil si, že když je střelka umístěná uvnitř měděného rámečku, vykazuje menší oscilace, než je-li zavěšena volně. Odtud byl pouze krůček k jeho dalšímu pokusu: Jestliže máme vodorovný měděný kotouček, nad nímž je zavěšena magnetka, při rotaci kotoučku se magnetka potočí ve směru jeho rotace. K vysvětlení bylo potřeba ještě dalšího objevu – elektromagnetické indukce. Aragův pokus vysvětlil až Michael Faraday po svém objevu v roce 1831.

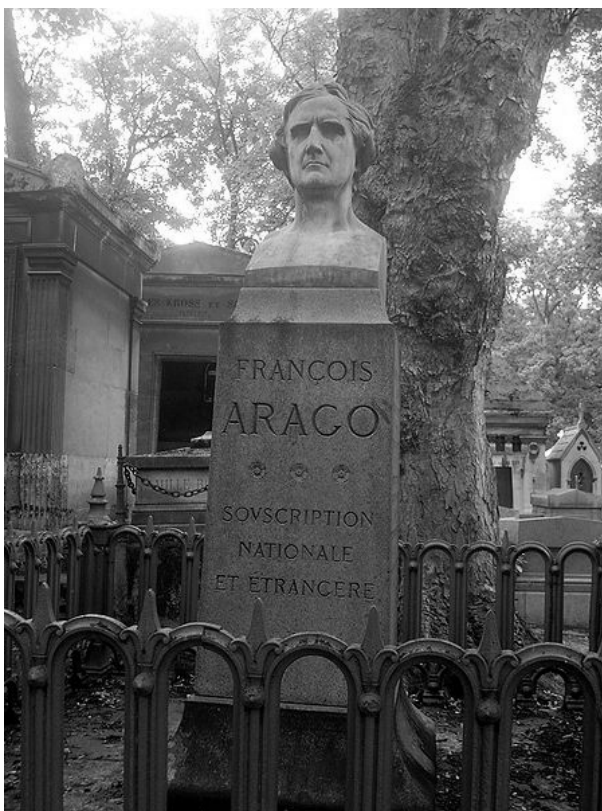
Za svoje práce v oblasti fyziky byl Arago zvolen členem francouzské Akademie, v roce 1828 se stal také členem Královské švédské akademie věd i Americké akademie umění a věd (1832). Doslalo se mu i pocty největší – stal se nositelem Copleyovy medaile – před Nobelovou cenou nejvyššího vědeckého ocenění.

Když se císař Napoleon po porážce u Waterloo vrátil do Paříže, uvažoval o cestě do Ameriky, do obou jejích kontinentů, s cílem geofyzikálním a meteorologickým. K tomu si přál mít společníka – právě Araga. Ten odmítl se slovy, že „nemá dost smělosti na to, aby se zabýval nějakým Hornovým mysem, Andami, měřením teplot a barometrických tlaků či fyzikálním zeměpisem ve chvíli, kdy Francie patrně přijde o svoji nezávislost a zmizí z mapy Evropy“. V revolučním roce 1848 se pokusil pro Francii udělat dobré skutky i v politice. Dne 10. května 1848 byl zvolen za člena vlády a stal se ministrem námořnictví a války a nakonec na jeden měsíc prezidentem (obr. 4) *Výkonné komise*, která nahrazovala *Prozatímní vládu*. Dne 24. června na tuto funkci rezignoval. Když Ludvík Napoleon (Napoleon III.) v roce 1852 vyžadoval od všech významnějších osob přísahu věrnosti, Arago odmítl. Kupodivu to pro něho nemělo žádné negativní následky.



Obr. 4: F. D. Arago – prezident Francie

F. D. Arago zemřel 2. října 1853, je pohřben na hřbitově Père Lachaise v Paříži (obr 5).



Obr. 5: Aragův hrob na hřbitově Père Lachaise

Literatura

- [1] Honl, I., Procházka, E.: *Úvod do dějin zeměměřičství IV, Novověk, 3. část.* ČVUT, Praha, 1984.
- [2] Novotný, F.: *Dějiny měření stupňového a měřítka původní. Zprávy architektů a inženýrů v Království českém,* Praha, 1897, str. 41–55.
- [3] Sartori, E.: *Velikáni francouzské vědy.* Praha, 2005.
- [4] Mayer, D.: *Pohledy do minulosti elektrotechniky.* České Budějovice, 2004.