

Rudolf Kolomý

Benjamin Franklin (1706–1790) a jeho přínos k nauce o elektřině

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 48 (2003), No. 2, 129--142

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/141170>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2003

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>

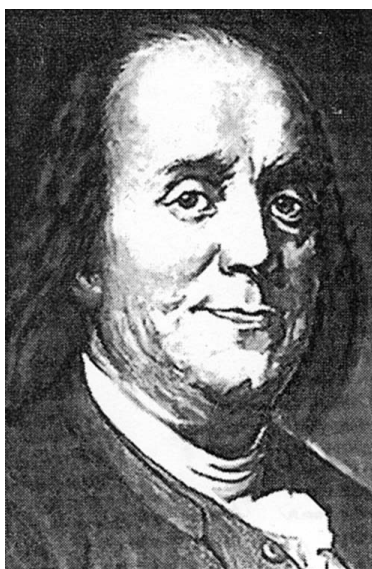
Benjamin Franklin (1706–1790) a jeho přínos k nauce o elektřině

Rudolf Kolomý, Moravská Třebová

*Eripuit coelo fulmen sceptrumque tyrannis.
(Nebesům vyrval blesk, tyranům žezlo.)*

D'ALEMBERT (1717–1783)

1. Úvod



BENJAMIN FRANKLIN (1706–1790)

Určitá atraktivnost elektrostatických a magnetických jevů v 18. století způsobila, že se o ně začal zajímat Benjamin Franklin, přírodovědec-samouk, osvícený myslitel, spisovatel, významný americký diplomat a politik, přední bojovník proti otrokářství a za americkou nezávislost. Významně se podílel na vypracování Prohlášení nezávislosti amerických kolonií (Declaration of Independence), přijatého dne 4. července 1776. V roce 1785 byl zvolen prezidentem Pensylvánie a členem Ústavního kongresu (Constitutional Convention). Své diplomatické schopnosti a obratnost v jednání dal plně do služeb svým krajanům, a tak pomohl formovat budoucnost Spojených států amerických. Jako jediná osobnost z „Otců zakladatelů“ podepsal všechny základní dokumenty, které napomohly ke vzniku a zdárnému fungování nového státu.

Benjamin Franklin se narodil 17. ledna 1706 v Bostonu (stát Massachusetts) jako patnácté ze 17 dětí (osmé dítě z druhého manželství) Josiaha Franklina, původně barvíře textilu, který se v r. 1683 s celou rodinou vystěhoval z Anglie do Ameriky. Otec chtěl mít ze svého syna duchovního, a proto jej v osmi letech nechal zapsat na nižší střední školu zvanou grammar school. Avšak tuto školu malý Benjamin pro určité problémy v matematice nedokončil a začal pracovat u svého otce, nyní již mydláře a výrobce svíček. Později se vyučil tiskařem u svého nevlastního bratra Jamese, a tím se mu splnila dávná touha po snadném přístupu k četbě knih z krásné literatury a filozofie. V r. 1728 si otevřel ve Filadelfii vlastní

Mgr. RUDOLF KOLOMÝ, CSc. (1932), Alšova 15, 571 01 Moravská Třebová.

tiskárnu a skoro 20 let vydával Pensylvánské noviny (The Pennsylvania Gazette, 1729–1748) a v letech 1732–1758 každoročně Almanach chudého Richarda (Poor Richard's Almanach). V r. 1731 zřídil v Americe první veřejnou knihovnu a do konce svého života byl předsedou výboru Společnosti knihy. V r. 1742 přišel s myšlenkou založit Pensylvánskou akademii (Academy of Pennsylvania), z níž v r. 1751 vznikla Pensylvánská univerzita, v r. 1743 založil ve Filadelfii vědeckou společnost zvanou Philosophical Society a v r. 1769 byl zvolen jejím doživotním prezidentem. Již jako 27letý se stal nejpopulárnějším americkým spisovatelem. Jeho „Almanach“, v podstatě lidový kalendář, obsahující praktické rady, předpovědi počasí, mravní ponaučení, různá rčení, přísloví, pořekadla a poutavá vyprávění, se stal velmi populární, často jedinou knihou, kterou si lidé za celý rok koupili, a zajistil autorovi všeobecné uznání (Josef Jungmann a jeho přátelé ho velmi rádi překládali, neboť ho považovali za příklad dobré literatury pro široké lidové vrstvy, první ročník Časopisu českého musea (1827) otiskl Franklinovu Prosbu k vychovatelům a národní buditel F. C. Kampelík vydal již v r. 1838 výbor z jeho spisů pod názvem Pokladnice B. Franklina [17]).

2. Studium elektrických jevů

Když bylo Franklinovi 40 let, začal se díky určitému finančnímu zabezpečení zajímat o studium záhadných elektrických jevů a již za necelé tři roky dosáhl významných úspěchů. Plných devět let (1747–1755) se pak věnoval výlučně těmto výzkumům. Zájem o elektřinu v něm vzbudil a první potřebné pomůcky pro experimentování mu zaslal londýnský kvakerský obchodník, pozdější člen Královské společnosti nauk v Londýně (Royal Society) Peter Collinson (1694–1768), jemuž potom v dopisech sděloval své poznatky (Franklin nepsal obvyklá vědecká pojednání). Collinson pak získané zprávy předkládal na zasedáních Royal Society (vedle Collinsona byl Franklin ve styku s řadou dalších osob v Anglii, zejména s Williamem Watsonem (1715–1787), Johnem Cantonem (1718–1772) aj.).

V jednom z počátečních dopisů se svěřoval: *Ještě nikdy žádný vědní obor neupoutal tak mou pozornost a nestál mě tolik času jako ten, jímž se zabývám nyní. Kdykoli mám chvíli klidu, ihned začnu s pokusy a později je opakuji před přáteli a známými. Navštěvují houfně můj dům, vábeni zájmem o tuto novotu — přitahuje je jako magnet. Sám jsem elektřině oddán tělem i duší...* V r. 1749 zase psal: *Elektrická substance se skládá z částíček neobyčejně malých, protože mohou procházet látkami i tak hustými, jako jsou kovy, volně a lehce, bez významného odporu...* Vysvětlil činnost leidské láhve, konstruoval je pro různé objemy od jednoho do třiceti litrů, podle potřeby je různě spojoval v baterie a sestavil první deskový kondenzátor, tzv. Franklinovu desku: skleněnou desku opatřil po obou stranách staniolovými polepy. Významné je, že jako první upozornil, že „kondenzátorový jev“ (kapacita kondenzátoru) závisí na struktuře skla mezi polepy (dielektriku). Jako elektrický zdroj používal třecí elektriku se skleněnou koulí o průměru 230 mm.

Jak sděloval v dopise ze dne 28. prosince 1750 P. Collinsonovi, demonstroval užaslým přátelům velikost elektrického náboje dvou velkých nabitých paralelně spojených leidských lahví „elektrickým zabitím“ vánočního krocana [17].

V dopisech z 11. července a opět z 1. září 1747 popsal Collinsonovi elektrické vlastnosti kovových hrotů: „zvláštní sílu špičatých těles“, tj. sání a sršení elektřiny, a tento poznatek podložil celou řadou cílevědomých pokusů.

Velmi brzy si Franklin uvědomil, že „malý experiment“ s odsáváním elektrického náboje z elektricky nabitého tělesa pomocí kovového hrotu by bylo možno uskutečnit ve „velkém měřítku“ a v r. 1749 připadl na myšlenku ochrany před bleskem, když vyslovil předpoklad, že blesk a elektrická jiskra mají stejnou podstatu. Porovnával účinky blesku s účinky elektrických výbojů z leidské láhve. Do svého deníku si 7. listopadu 1749 poznamenal: *elektrický výboj se shoduje s bleskem v těchto rysech: 1. vyzářuje světlo, 2. má barvu světla, 3. dráha jeho světla je klikatá, 4. rychle se pohybuje, 5. lze jej vést kovy, 6. provází jej praskot nebo rachot, 7. proniká vodou i ledem, 8. rozkládá látky, jimiž prochází, 9. zabíjí živočichy, 10. taví kovy, 11. zapaluje hořlavé látky, 12. zapáchá po síře* [11]. V dopise Collinsonovi ještě v roce 1749 napsal: *... na základě svých pokusů jsem dospěl k přesvědčení, že hroty mohou zajistit bezpečnost domů, lodí, věží, kostelů apod. před úderem blesku. Jestliže budou dřevěné nebo kovové koule umístěné na špici korouhve, na tyčích a na stožárech nahrazeny železnou tyčí 8 nebo 10 stop dlouhou, zaostřenou v hrot, pozlacenou proti zrezivění a rozdělenou na řadu hrotů, což je lepší, budou podle mého názoru elektrický oheň odvádět z mraků klidně, aniž by se mohl přiblížit natolik, aby udeřil.* V dalším dopise z 29. července 1750 svému příteli ještě uvedl: *Taková zahrocená tyč by asi elektrický oheň mraku rozptýlila tiše a mnohem dříve, než by se dostatečně přiblížil, aby z něho vyšlehl blesk, a uchránila nás tak od náhlého a hrozného neštěstí.* Dále Collinsonovi sděloval, že má v úmyslu umístit na vysoké věži nebo zvonici ve Filadelfii vysokou zahrocenou železnou tyč a pomocí ní získávat elektrický náboj při průchodu bouřkových mraků [7]. Zároveň vyslovil opět myšlenku, že by bylo možné chránit domy a lodě pomocí vysokých kovových tyčí vodivě spojených se zemí nebo s vodou.

Domněnka, že blesk je mohutná elektrická jiskra, se prosazovala velmi pomalu, i když byla vyřčena již v počátečních fázích bádání o elektřině (J. Wall v r. 1708, Ch. F. C. Du Fay v r. 1735, J. Nollet v r. 1743, J. Winkler v r. 1746 aj.). Jak uvádí anglický chemik, fyzik, filozof a velký přítel Franklina Joseph Priestley (1733–1804) ve své obsáhlé knize o dějinách statické elektřiny *Historie a současný stav nauky o elektřině s originálními pokusy* (The history and present state of electricity, with original experiments, London 1767, 736 s.), mnozí fyzici si během 1. pololetí 18. století povšimli určité kvalitativní podobnosti mezi elektrickou jiskrou a bleskem, aniž dali nějaký podnět k dalšímu zkoumání. Priestleyova kniha je významná i tím, že v ní autor soudí, že elektrické síly, podobně jako síly přitažlivé, rostou nebo slábnou nepřímě úměrně s druhou mocninou vzdálenosti a že uvádí podrobný popis pokusu Benjamina Franklina s drakem.

Collinson se pokoušel zveřejnit Franklinovy dopisy ve Philosophical Transactions of the Royal Society, avšak byl odmítnut londýnskou Královskou společností nauk s tím, že jde o práce nedůstojné publikování a navíc členové společnosti považovali získávání

elektrických jisker z bouřkových mraků za příliš fantastické. Nadále setrvali v představě, že při bouři dochází k výbuchu plynů nahromaděných v mracích, přičemž názory na jejich složení se značně různily. Proto Collinson zveřejnil Franklinovy dopisy na svůj náklad a vydal je r. 1751 v Londýně pod názvem Pokusy a pozorování o elektřině z Filadelfie v Americe (Experiments and observations on electricity, made at Philadelphia in America [5]) a brzy se jim dostalo značného ohlasu. Téměř ihned byly zásluhou Buffonovou a D'Alibardovou přeloženy do francouzštiny pod názvem Expériences et observations sur l'électricité (Paris, 1752), později do němčiny (1758) [5], pak i do jiných jazyků, dokonce i do latiny. Znalost jejich obsahu se také šířila prostřednictvím obsáhlých recenzí ve vědeckých časopisech [8]. V literatuře se uvádí, že Franklinův anglický spis anebo jeho francouzský překlad prokazatelně studovali: M. V. Lomonosov (1711–1765) a G. W. Richmann (1711–1753) v Petrohradě, G. B. Beccaria (1716–1781) v Turíně, J. H. Winkler (1703–1770) v Lipsku a mnoho dalších učenců, jen o Prokopu Divišovi (1698–1765) nemáme žádné zprávy. Jediným českým vědcem, který byl pravděpodobně v polovině padesátých let 18. století informován o Franklinových pracích, byl Josef Stepling (1716–1778), vedoucí osobnost pražské filozofické fakulty, který již v r. 1745 experimentoval s třecí elektrikou a konal známé pokusy s vedením elektřiny po klementinských ambitech pomocí 800 m dlouhých řetězů (1754) a byl zastáncem Franklinovy unitární teorie. Zdá se velmi pravděpodobné, že s badateli ze střední a východní Evropy nebyl Franklin v žádném osobním ani písemném styku a že toto tvrzení platí rovněž o Divišovi [15]. Jeho jméno není vzpomenuáno ani ve Franklinově korespondenci s některým jiným vědcem. Záporný výsledek přinesla i snaha zjistit, zda snad Franklin nebyl ve styku s některým z předních českých vědců zkoumaného období, tj. z let 1752–1754. Jsou sice známy jeho písemné kontakty s Františkem Antonínem Steinským [17], prvním profesorem pomocných věd historických na pražské univerzitě, ale ty jsou až z pozdějšího období a nauky o elektřině se podle některých badatelů netýkají. Steinský jako čerstvý absolvent pražské filozofické fakulty se v Paříži setkal s Franklinem, když tam hledal vzor pro zamýšlené zřízení dívčího školství u nás, a od té doby oba vědci udržovali mezi sebou dosti intenzivní písemný styk. Přední československý historik J. V. Polišenský [17] zmiňuje francouzský list z 23. listopadu 1782, v němž Franklin děkoval Steinskému za zprávy o vědeckých objevech v Čechách (nevíme, zda mezi nimi nebyly i zprávy o Divišovi) a za věcný dar — ozdobený ubrus — *elegantní a krásný dar ... obdivuji tento ušlechtilý výrobek a myslím, že výrobci Vaší země dosáhli ve svém umění dokonalosti...* a z Čech si objednával i sklo pro své optické přístroje. Dne 3. března 1786 Franklin zase napsal Steinskému z Filadelfie anglický dopis, v němž mu děkoval za zprávy i za publikace, které si vzájemně vyměnili, a sliboval, že mu zašle druhý svazek Pojednání Americké filozofické společnosti (díky Franklinovi se Steinský stal členem této americké vědecké instituce). Dále je zajímavé i to, že Franklin nebyl obeznámen ani s bohatou experimentální činností, kterou pro potvrzení jeho myšlenek vyvíjel v Petrohradě G. W. Richmann a částečně i M. V. Lomonosov [15].

Franklinovy dopisy vyvolaly ve Francii značný zájem vědců i královského dvora Ludvíka XV. Na panovníkovo vybídnutí provedli 5. května 1752: přírodovědec a filozof Georges Louis Leclerc de Buffon (1707–1788), botanik Jean Francois D'Alibard

(1703–1779) a experimentální fyzik De Lor v Marly-la-Ville nedaleko Paříže známý pokus se „strážní budkou“, analogický pokusu navrženému Franklinem. Zahrocenou železnou tyč vysokou 40 stop (asi 12,20 m) postavili na „elektrický stolec“ (tyč končila nad zemí, tj. nebyla uzemněna). Ustanovený pozorovatel držel v ruce skleněnou baňku, v níž byl upevněn mosazný vodič a v době bouřky se horním koncem tohoto vodiče přibližoval k železné tyči. Dne 10. května 1752 obdržel elektrické jiskry až 1,5 palce (asi 4 cm) dlouhé.



Franklinův pokus s drakem v červnu 1752 [8].

Zpráva o tomto pokusu se velmi rychle rozšířila po celé Evropě a brzy nato stejný experiment s podobným výsledkem provedli Giuseppe Veratti a Tomasso Marino v Bologni. Franklin byl potěšen zprávami z Evropy, avšak zároveň si uvědomil, že nebyla naplněna jeho představa o „odsátí blesku“ přímo z bouřkového mraku a tím prokázáno tvrzení, že blesk je totožný s elektrickým výbojem leidské láhve. Uvědomil si, že tyč nedosahovala až do oblak, a připadl na myšlenku vypustit do samého středu bouřkového mraku papírový dětský drak, z něhož by vyčníval kovový hrot (zaostřený drát), dlouhý 1 stopu (30,48 cm). V červnu 1752, měsíc po francouzských pokusech u Paříže, provedl se svým 21letým synem Williamem legendární pokus — upoutal draka částečně vodivou konopnou šňůrou, na jejíž dolní konec přivázal kovový klíč. Při přechodu bouřkového mraku pozoroval, že volná vlákna šňůry se „ježí“, tj. že se vzájemně odpuzují a že mezi klíčem a zápěstím jeho ruky přeskakovaly elektrické jiskry. Jen díky velkému odporu konopného vlákna nedošlo tehdy k neštěstí. Uvědomoval si,

že bezpečný způsob zacházení s atmosférickou elektřinou znamená svést ji vodičem do země, což např. dokazují jeho již zmíněné úvahy. Při pokusu zároveň zjistil, že železný klíč, jímž prošel elektrický výboj, byl zmagnetován. To naznačovalo, že představa tradovaná od dob Gilbertových, že elektrické a magnetické jevy spolu nijak nesouvisí, nebude správná, což, jak známo, potvrdil svými pokusy v r. 1820 H. Ch. Oersted (1777–1851). Zprávu o svém pokusu s drakem poslal Franklin Collinsonovi v dopise datovaném dnem 19. října 1752.

V září 1752 provedl Franklin další pokus v mnohem výhodnější úpravě. Na střechu svého domu postavil dlouhou železnou tyč zakončenou hrotem, dolní konec sahal až na schodiště a tam se rozvětvoval do dvou ramen vzdálených od sebe asi půl metru. Na takto zkonstruovanou vidlici zavěsil pomocí hedvábných šňůr bronzové zvonky, které zazněly, kdykoliv nad domem táhly bouřkové mraky. Podobné úpravy s neuzemněnými vodiči používal, když nabíjel baterie leidských lahví atmosférickou elektřinou a od přeskakujících jisker zapálil líh, stejně jako elektřinou získanou třením. Tyto riskantní pokusy podnítily v Petrohradě G. W. Richmanna k jejich opakování, ale bohužel při nich 26. července 1753 zahynul. Právě před prováděním podobných pokusů s neuzemněnými vodiči důtklivě varoval Prokop Diviš, který postavil 15. června 1754 na farské zahradě v Příměticích u Znojma první uzemněný bleskosvod na světě. Bylo to zařízení poměrně složité konstrukce s velkým počtem kovových hrotů (asi 400), které mělo za úkol vysát atmosférickou elektřinu z mraků, a tím předcházet vzniku blesku a tak zabránit případným škodám [1], [2], [12], [16]. B. Franklin nechal vztyčit teprve v r. 1760 uzemněný tyčový bleskosvod na domě kupce Westa v americké Filadelfii, který se díky své jednoduchosti později rozšířil po celém světě (Franklin se v letech 1757–1762 nacházel v Londýně, a proto byl bleskosvod postaven podle jeho návrhu). Myšlenka stavět tyčové bleskosvody se hned neujala, o čemž svědčí Franklinova stížnost, že ještě v r. 1762 jí v Londýně věnovali nepatrnou pozornost. Musel např. čelit takovým „vědeckým“ námitkám, že by bleskosvody sváděly příliš mnoho elektřiny do země, což by pak mohlo vyvolávat častá zemětřesení. První uzemněný bleskosvod Franklinova typu postavil v Anglii v r. 1762 lékař William Watson na svém domě v Payneshilu, v Německu v r. 1768 hamburský lékař Johann Albrecht Heinrich Reimarus na věži kostela sv. Jakuba v Hamburku, v Rakousku v r. 1770 dvorní matematik abbé Marci v Penzingu u Schönbrunnu a v Čechách v r. 1775 Josef Tadeáš Klinkoš (1734–1778) na právě dostavěném zámku hraběte Nostice v Měšicích u Brandýsa nad Labem [9].

Jak podle Divišových, tak i podle Franklinových představ z r. 1749 mělo zařízení bleskosvodu čistě preventivní úlohu — tiše odvést elektrický náboj z mraků do země dříve, než by došlo k úderu blesku. Teprve v r. 1753 dochází Franklin k jinému pojetí, když předpokládá, že bleskosvod bude jednak předcházet úderu blesku a jednak bude svádět blesk do země. Rozdíly v náhledech obou badatelů již dobře vystihl František Martin Pelcl (1777), když napsal: *Kdežto Diviš postavil svůj přístroj na širém poli (pozn. na farské zahradě), by elektřinu ve výši rozptýlil a nepozorovaně dolů svedl, tak aby zhoubný paprsek vyraziti nemohl a místo bouřky déšť se snesl, stavěl Franklin své tyče na budovy, by sjíždějící blesk zachycovaly a zemi přiváděly tak, aby budova bez pohromy zůstala* [12]. Franklin tudíž, na rozdíl od Divíše, klade důraz na ochrannou funkci bleskosvodu před jeho preventivním působením [14], [16].

Velmi často se diskutuje otázka, komu přísluší prvenství v konstrukci bleskosvodu. Franklin i Diviš pracovali na svém objevu od začátku padesátých let 18. století. Franklin začal se svými pokusy snad o něco dříve, jak plyne z dopisů, které zasílal od r. 1749 svému příteli P. Collinsonovi do Londýna. Domníváme se, že nezáleží na tom, zda Diviš byl seznámen s Franklinovými myšlenkami nebo s pokusy francouzských vědců či nikoliv (např. prostřednictvím korespondence s Prahou a Vídní [15]), rozhodující však je, že uzemněný bleskosvod postavil dříve než Franklin a že jejich konstrukce byla zcela odlišného uspořádání. Avšak z vědeckého hlediska bylo nejdůležitější to, že oba badatelé pokračovali v pokusech s atmosférickou elektřinou i po tragické smrti G. W. Richmanna, kdy většina experimentátorů od dalších pokusů upustila.

Neméně významné byly i Franklinovy teoretické výsledky. Proti dualistické teorii (Du Fay, 1733) elektrických jevů vypracoval v r. 1750 unitární teorii elektrických jevů, podle níž existuje jen jeden druh elektřiny — jediné specifické fluidum, o němž předpokládal, že má částicovou strukturu. V každém elektricky neutrálním tělese je obsaženo určité množství tohoto fluida. Jakmile z nějakého důvodu vznikne přebytek elektrického fluida, těleso se nabije kladně, při jeho nedostatku zase záporně. Tím bylo objasněno, jak se dva opačné náboje mohou neutralizovat. Franklin jako první začal používat pro fluidum označení, dnes běžně používané pro elektrické náboje: „kladný“ a „záporný“ a použil znaménka „plus“ a „minus“ a svými představami přispěl k formulaci zákona zachování elektrického náboje.

Franklin také zavedl dnes běžně používané názvy: baterie, kondenzátor, výboj, nabíjení, vodič, elektrování, elektrický náboj, elektrický proud, vinutí aj.

3. Další přírodovědné výzkumy a vynálezy

Kromě zkoumání elektrických jevů se Franklin zabýval i jinými fyzikálními jevy [20], [21], např. vedením tepla v různých tělesech, zejména v kovech, šířením zvuku ve vzduchu a ve vodě, obecně problematikou vlnění, vyjádřil nespokojenost s tehdy všeobecně uznávanou Newtonovou korpuskulární teorií světla. V dopise z června 1784, mnohem dříve než Angličan Thomas Young (1773–1829) a Francouz Augustin Jean Fresnel (1788–1827), formuloval vlnovou teorii světla, když napsal: *... vesmírný prostor, pokud víme, je vyplněn jemným fluidem, jehož pohyb nebo vibraci nazýváme světlem*, a uvedl analogii mezi světlem a zvukem. Dále nastínil moderní myšlenku o zachování hmoty, když psal: *... zdá se, že člověk má omezenou schopnost dělit nebo různě směšovat různé druhy hmoty nebo měnit její formu a tvárnost... , avšak nemá možnost vytvořit novou nebo zničit starou hmotu. Tudíž, je-li oheň jedním ze základních elementů nebo druhů hmoty, jeho množství ve vesmíru je pevné a stálé... Proces hoření pouze odděluje částice hmoty, neničí je. Voda, která se teplem mění v páru, vrací se na zem ve formě deště a kdybychom mohli shromáždit všechny částičky shořelé hmoty, která uniká komínem, pak by možná tato hmota spolu s popelem vážila právě tolik, kolik vážil onen předmět předtím, než byl spálen...*

V technické praxi se zabýval např. využitím elektrické jiskry pro explozi střelného prachu, konstrukcí bifokálních brýlí, sestavením účinných kamen s velkou výhřevností,

s menším zakouřením místností a se sníženou možností vzniku požáru — tzv. „pensylvánského krbu“ (někdy „Franklinova kamna“, 1748), konstrukcí balonů (za svého francouzského pobytu v letech 1776–1785 se v r. 1783 a v r. 1784 zúčastnil vypouštění balonů bratry Montgolfierovými; při té příležitosti si poznamenal dobrodružný Benátčan Giacomo Casanova (1725–1798), dva roky předtím, než se přestěhoval do Čech, jak se poznal se „slavným Američanem Franklinem“ [17]), různými zlepšeními pro tiskařskou výrobu, měřením vzdáleností pomocí dálkoměru, tzv. „odometru“, v podstatě otáčkoměru spojeného s kolem pohybujícího se vozu atd. Vždy hledal praktické použití výsledků svého bádání, jeho významu pro společnost (uvažoval např. o zavedení letního času). Z tohoto hlediska také hodnotil význam matematiky, sám se jí blíže nezabýval. Určitou výjimku tvořila jeho záliba v sestavování magických čtverců, které svého času vyvolaly velkou pozornost a obdiv mnohých matematiků, např. Jamese Fergusona, kteří oceňovali značnou Franklinovu vynalézavost. Ovšem Franklin nebyl s touto svou činností nijak spokojen, poněvadž v ní neviděl žádný praktický význam pro sebe ani pro jiné. Vždy byl nadšen těmi vědními obory, kde se mohla matematika aplikovat a vědecké objevy se daly vyjádřit příslušnými matematickými vztahy, popř. početně. Proto je také pochopitelné, že se dokonce snažil některé biologické zákony redukovat na matematické zákony (1752).

Na svých četných, často velmi nebezpečných cestách přes Atlantský oceán, na poměry 18. století neobvykle velkého počtu (bylo jich celkem 8), se zabýval návrhy na zlepšení konstrukcí a vybavení plachetnicových lodí, na zvýšení jejich bezpečnosti vytvořením vodotěsných přepážek, jak je tomu dnes na všech zámořských lodích, snížením jejich labilit v bouři pomocí plujících kotev a systémem zátarasů bránících potopení lodí. Všechny své návrhy zveřejnil v pojednání *Pozorování moře*, které, jak již bylo jeho zvykem, bylo napsáno formou přátelských dopisů. Zajímal se o problémy navigace, měřil teplotu vody v Atlantském oceánu, detailně zmapoval Golský proud, pozoroval příliv a odliv, pohyb ledovců, polární záři, prováděl základní meteorologická pozorování, snažil se vysvětlit původ některých bouří, větrných vírů, vodních smrští, hurikánů (1753, 1756), měřil rychlost vody, obsah soli ve vodě, zabýval se její destilací apod. Podle Franklina větrný vír a hurikán jsou povětrnostní úkazy téže podstaty, jediný rozdíl mezi nimi je v tom, že větrný vír se objevuje nad zemským povrchem, kdežto hurikán nad mořem. Vyslovil domněnku o původu „aurory borealis“. Předpokládal, že tento vítr má svou příčinu v akumulaci elektřiny na polárním sněhu a ve vybití této elektřiny atmosférou směrem k rovníku.

Franklin zkoumal příčiny tuhé zimy v letech 1783–1784. Neobvyklou velikost mrazů v této zimě připisoval husté mlze, která pokrývala po několik letních měsíců v r. 1783 celou Evropu a velkou část severoamerického kontinentu. Domníval se, že tato hustá mlha zabránila slunečním paprskům, aby dostatečně ohřály zemský povrch. Vznik této husté a neústupné mlhy vysvětloval výpary vzniklými rozpadem a vznícením meteoritu, když padal k Zemi, nebo vulkanickým kouřem a prachem, pocházejícím z činnosti sopky Hekla na Islandě.

Rovněž zajímavé jsou Franklinovy geologické úvahy o složení zemského povrchu. Již v r. 1737 se zabýval příčinami zemětřesení. Své úvahy postupně upřesňoval a v dopise z r. 1782 předpokládá, že zemský střed je vyplněn tekutinou vysoké hustoty, takže

tuhá hmota zemského povrchu plave na této tekutině. Představuje si zemský povrch jako tuhou skořápku, která bývá často prorážena a uvedena v seismický pohyb náhlými erupcemi tekutého jádra, na kterém spočívá.

V r. 1746 si Franklin pronajal 300 akrů půdy a pokoušel se ji co nejlépe a co nejrychleji zúrodnit. Jeho zkušenosti a výzkumy s pěstováním obilovin a výsadbou živých plotů jsou obsaženy v dopisech J. Eliotovi, autoru díla Úvaha o polním hospodářství v Nové Anglii. Americké farmáře vyzýval, aby hnojili vápnem, o jehož zúrodnovacích účincích byl přesvědčen. Franklin si dopisoval s mnoha proslulými botaniky, posílal jim vzácná semena a totéž žádal i od nich, do Ameriky zavedl pěstování reвенě a dalších rostlin. Na pensylvánské univerzitě prosadil studium zemědělských oborů.

Stranou Franklinova zájmu nezůstaly ani nové léčebné metody. Jako jeden z prvních navrhl v Americe použití katetru (1752), aby pomohl léčit svého velmi nemocného bratra Johna, zajímal se o cirkulaci tekutin v lidském těle, o příčiny koliky, léčení katarů, nakažlivých nachlazení, o účinky olova na lidské zdraví, uvažoval o očkování proti neštovicím, když na tuto nakažlivou nemoc zemřel ve čtyřech letech jeho syn Francis (od r. 1717 očkování známé i v Evropě) aj. Zdůrazňoval zvýšenou konzumaci citrusových plodů a vůbec ovoce pro zdravou výživu, a tak předjímal důležitost vitamínu C (objeven r. 1928), řídil se heslem „An apple a day keeps the doctor away“. V r. 1777 byl zvolen členem Královské lékařské společnosti v Paříži a v r. 1787 čestným členem Lékařské společnosti v Londýně.

Často užívaným hudebním nástrojem ve své době byla „skleněná harmonika“, kterou Franklin zkonstruoval v r. 1761 za svého pobytu v Londýně v letech 1757–1762. Užil několika vinných sklenic různých velikostí, zbavil je stopek, naspodu je provrtal a upevnil je v určitých odstupech na horizontální osu, kterou roztáčel klikou nebo pedálovým mechanismem a jejich okraje třel navlhčenými prsty. Tak získal tóny v rozsahu dvou až tří oktáv hudební stupnice. Hudební nástroj se stal velmi oblíbeným jak na vídeňském dvoře, tak i ve Versailles a jeho užití zakomponovali do mnoha svých slavných skladeb L. van Beethoven i W. A. Mozart.

4. Závěr

Franklin získal za svůj život velké množství ocenění a uznání. V červnu 1753 mu udělila Harvardská univerzita doktorský titul, v září téhož roku univerzita v Yale, zanedlouho univerzita ve Virginii, v r. 1759 edinburská univerzita a v r. 1762 univerzita v Oxfordu. V listopadu 1753 ho poprvé vyznamenala londýnská Royal Society zlatou medailí za zvláštní pokusy a pozorování v oboru elektřiny, v r. 1756 jej zvolila svým členem a obdržel druhou zlatou medaili, stal se členem pařížské Akademie věd a v r. 1789 petrohradské Akademie věd. Dodnes je připomínán jako vynikající učenec, který udržoval těsné vědecké kontakty s mnoha tehdejšími evropskými badateli, jako znamenitý experimentátor s velkým smyslem pro řešení praktických problémů a neúnavný bojovník za právo lidí na svobodu. Významně se podílel na formování americké kultury a demokracie. Výrazem úcty Američanů k jeho osobnosti a dílu je jeho portrét na stodolarové bankovce.

Hlavní události ze života Benjamina Franklina

- 1706:** narozen 17. ledna v Bostonu (5 000 obyv.), stát Massachusetts
- 1714–1716:** návštěva grammar school
- 1716–1718:** pracoval doma u svého otce Josiaha Franklina, mýdlařského mistra a výrobce svíček
- 1718–1723:** učil se tiskařem u svého o deset let staršího nevlastního bratra Jamese v Bostonu, který vydával noviny New England Courant; první literární pokusy
- 1723:** rozchod s bratrem, odchází do New Yorku a odtud 8. října do Filadelfie (10 000 obyv.), stát Pensylvánie
- 1724–1726:** 1. cesta na evropský kontinent, na přání pensylvánského guvernéra odjel do Londýna, aby se seznámil s moderní tiskařskou technikou a s novými směry náročného tiskařského umění, nakupuje nové typy písma
- 1726:** 11. října návrat do Filadelfie
- 1727:** založil ve Filadelfii mládežnický diskusní klub Junto, z něhož v r. 1743 vznikla Americká filozofická společnost (American Philosophical Society), v r. 1769 byl zvolen jejím prezidentem, zůstal jím až do své smrti
- 1728:** otevřel vlastní knihtiskařskou dílnu, vynalézal různá zlepšení pro tiskařskou výrobu, zabýval se písmolictvím, navrhoval písmo nových tvarů, vyráběl tiskařskou čern a inkousty, po několika letech sestrojil v Americe první měděný lis vhodný k tisku bankovek a sám zhotovil ozdobné rytiny a zvláštní typy písma jako předlohu, a tak se sotva v 25 letech stal jedním z nejlepších typografů na americkém kontinentě
- 1729:** začal s vydáváním a redigováním vlastních novin The Pennsylvania Gazette, pro zvýšení zájmu v nich poprvé na americkém kontinentě použil ilustrace a karikatury, vycházely do r. 1748
- 1730:** září — sňatek s Deborah Read Rogers, z manželství tři děti, dva synové: William (později guvernér státu New Jersey), Francis (zemřel ve čtyřech letech, 1736) a dcera Sarah
- 1731:** ve Filadelfii založil a zorganizoval první veřejnou knihovnu a až do své smrti byl předsedou výboru Společnosti knihy
- 1732–1758:** vycházel každoročně Almanach chudého Richarda (Poor Richard's Almanach), překládán také pod názvem Chudý Richard aneb Cesta k blahobytu
- 1735–1736:** Franklinovy bližší kontakty s Moravany (moravská větev Jednoty bratrské) usazenými severně od Filadelfie, zde v roce 1742 vznikla vzorná městská obec Bethlehem (Betlém); Franklin u Moravanů oceňoval jejich organizační schopnosti, příslovečnou píli, statečnost, lidskost a péči o vykořisťované černošské otroky a Indiány; později se ve Filadelfii setkal s Josefem Donatem, obchodním zástupcem nejprve sklářské společnosti z Nového Boru a později textilní společnosti z Rumburku a okolí, a ten mu zprostředkoval písemné spojení na Františka Antonína Steinského, profesora pomocných věd historických na pražské filozofické fakultě
- 1736:** zorganizoval první dobrovolný požární sbor ve Filadelfii
- 1737:** založil a zorganizoval poštovní systém ve Filadelfii, jmenován ředitelem pošty ve Filadelfii, od r. 1753 generální ředitel pošt v anglických koloniích v Severní Americe
- 1742:** navrhl založení Academy of Pennsylvania, od r. 1751 University of Pennsylvania ve Filadelfii

- 1746:** počátek zájmu o studium elektrických jevů, první podněty a elektrické pomůcky získal od P. Collinsona z Londýna, jemu také sděloval výsledky svých zkoumání
- 1747:** konstruuje elektrické přístroje a zveřejňuje první elektrické experimenty
- 1748:** omezuje podnikatelskou činnost a věnuje se vědecké, později politické a diplomatické činnosti; zdokonalil vytápění, zkonstruoval tzv. „Franklinova kamna“, která podstatně snížila požární nebezpečí ve Filadelfii
- 1752:** v červnu provedl se svým 21letým synem Williamem legendární pokus s drakem, jímž dokázal elektrickou podstatu blesku
- 1752:** založil první Americkou pojišťovací společnost proti ohni
- 1756:** zvolen členem britské Royal Society
- 1757:** zanechal vědecké činnosti, plně se věnoval politické, veřejně prospěšné a společenské činnosti, boji za sjednocení a nezávislost amerických kolonií na anglické nadvládě; v polovině června 2. cesta na evropský kontinent se synem Williamem, delegát Pensylvánie v londýnském parlamentě, hájí zájmy amerických kolonií; 27. července se poprvé osobně setkal s Peterem Collinsonem, kvakerským obchodníkem, vědcem evropské proslulosti, členem Royal Society, s nímž si déle než celé desetiletí dopisoval, setkání s mnoha evropskými učiteli (D. Hume, A. Smith, P. Muschenbroeck, H. Cavendish, J. Priestley aj.), čestný doktorát edinburské (1759) a oxfordské (1762) univerzity
- 1762:** leden — návrat do Pensylvánie
- 1764:** listopad–prosinec 3. cesta do Londýna, vyslán nejprve jako reprezentant Pensylvánie, později i dalších držav, k jednání s anglickým králem Jiřím III., vládou a parlamentem o situaci v amerických koloniích po zavedení zvláštního daňového zákona o tzv. kolkovním, schváleném přes Franklinovy protesty parlamentem v r. 1765, v březnu 1766 dosáhl jeho zrušení
- 1767:** návštěva francouzského dvora Ludvíka XV., cesta do Irska — podpora hnutí za nezávislost
- 1774:** leden — předvolán před anglickou Tajnou radu, aby se zodpovídal z nepokojů v amerických koloniích ovládaných Angličany, odvolán z místa generálního ředitele pošt
- 1774:** v prosinci zemřela jeho manželka Deborah (10 let ji neviděl)
- 1775:** 5. května se vrátil z Londýna zpět na americký kontinent a vahou své značné osobní autority podpořil zápas osadníků za nezávislost, zvolen delegátem Pensylvánie na druhý kontinentální kongres svolaný ze zástupců 13 amerických kolonií do Filadelfie, navržen za člena Konfederace sjednocených kolonií, vypracoval Články konfederace, v létě zvolen předsedou Bezpečnostní rady Pensylvánie (ministr národní obrany), pověřen organizací samostatné americké pošty (ministr pošt), stal se členem Tajné komise pro korespondenci, z níž se později vyvinul State Department (zárodek ministerstva zahraničí), jako bývalý tiskař byl pověřen vydáváním peněz
- 1775:** začátek války za nezávislost, vojenské srážky u Concordu, Lexingtonu a Bunker Hillu
- 1776:** 4. července ve Filadelfii podepsal Prohlášení o nezávislosti amerických osad (Declaration of Independence), když se předtím podílel na jeho vypracování (hlavní autor Thomas Jefferson (1743–1826)), zrod Spojených států amerických; v listopadu–prosinci podnikl 4. cestu na evropský kontinent, tajná diplomatická mise do Francie, žádost o spojenectví, finanční a vojenskou pomoc pro vznikající Spojené státy americké v boji proti Angličanům; významné vítězství amerických osadníků, Francouzů a Španělů v bitvě u Saratogy (1777)
- 1778:** 6. února jako zplnomocněný vyslanec Spojených států amerických v Paříži podepsal francouzsko-americkou smlouvu (Treaty of Alliance, Amity and Commerce with France); na jaře se v Paříži poprvé setkal se slavným francouzským osvícenským filozofem F. M. Voltairem (1694–1778)

- 1781:** bitva u Yorktownu přinutila hlavní část anglické armády ke kapitulaci
- 1782–1783:** jako vyslanec připravil mírová jednání s Anglií, 3. září 1783 podepsal v Paříži anglo-americkou a ve Versailles anglicko-francouzskou mírovou smlouvu (The Treaty of Peace between England, France and the United States), jím připravené a stylizované; Anglie uznala samostatnost třinácti amerických osad a Francii a Španělsku vrátila část jejich zámořských kolonií; po osmi letech skončila válka za nezávislost (tzv. Americká revoluce, 1775–1783) a americké osady se sdružily ve společnou republiku — Spojené státy americké (USA)
- 1785:** 17. září slavný návrat z Francie do Filadelfie, zvolen prezidentem Pensylvánie a členem Ústavního kongresu (Constitutional Convention)
- 1787:** podílel se na vypracování Ústavy Spojených států amerických (schválena 17. září 1787, přijata 2. července 1788, slavnostně vyhlášena 4. března 1789), zvolen předsedou Pensylvánské společnosti na podporu zrušení otroctví
- 1790:** 17. dubna zemřel ve věku 84 let, vyhlášen tříměsíční smutek; nejvýznamnější osobnost protianglického zápasu amerických osadníků

Příloha

Pro zajímavost uvedme několik Franklinových přísloví, přehled morálních zásad, jimiž se v životě řídil, a vlastní epitaf.

Přísloví:

Dobře konat je lepší než dobře mluvit.
Lež stojí na jedné noze, pravda na obou.
Bůh pomůže tomu, kdo si pomůže sám.
Ušetřený peněz je peněz vydělaný.
Časně do postele, časně vstávat činí člověka zdravým, bohatým a moudrým.
Kdo tě podváděl, tak často podváděl sám sebe.
Neexistuje žádný malý nepřítel.
Nedostatek nikdy nedělá dobrý obchod.
Měj své oči otevřeny dokořán před sňatkem, napůl je zavři potom.
Chceš-li poznat hodnotu peněz, zkus si nějaké vypůjčit.
Když vyschne pramen, pozná se cena vody.
Lenost činí všechny věci obtížnými, píle všechny snadnými.
Lenost, podobně jako rez, stravuje rychleji, než práce unaví, avšak užívaný klíč nikdy nerezaví.
Veď obchod, aby nevedl tebe.
Pracovitost je lepší než plané naděje.
Přemýšlej o věcech, odkud jsi přišel, kam jdeš a komu se musíš zodpovídat.
Energie a vytrvalost si dobude všech věcí.
Jedno jablko denně a nemusíš volat lékaře.
Nezabíjej více holubů, než můžeš sníst.
Spící liška nechytne žádnou drůbež.

Franklin již v mladém věku usiloval o morální dokonalost, a proto sestavil seznam třinácti zásad (tzv. Franklinových ctností), o jejichž dodržování si vedl pravidelné a přehledné zápisy do deníku:

- *Střídmost* — mírni se v jídle a v pití.
- *Mlčenlivost* — vyvaruj se prázdného mluvení, mluv jen to, co tobě nebo jiným slouží k užítku.
- *Pořádek* — ukládej všechno na své místo, každé věci věnuj patřičný čas.
- *Rozhodnost* — dokonči všechno, co sis předsevzal.
- *Šetrnost* — ničím neplýtvěj, nabývej jen věci, které potřebuješ.
- *Píle* — nedělej nic zbytečného, pracuj maximálně s ohledem na čas a energii.
- *Upřímnost* — buď čestný a pravdomluvný, nepoužívej lstivých úskoků, nechtě tvé myšlenky jsou jasné a upřímné.
- *Spravedlnost* — buď nestranný a odmítej faleš, křivdu, zlo a bezpráví.
- *Sebeovládání* — kontroluj své jednání, vyvaruj se extrémů.
- *Čistota* — dodržuj hygienické a zdravotnické požadavky.
- *Klid* — nerozčiluj se nad maličkostmi, nad všedními nebo nevyhnutelnými událostmi, zůstávej klidný a vyrovnaný vzdor různým životním překážkám.
- *Cudnost* — ovládej své tělesné vášně.
- *Pokora* — vyvaruj se pýchy, nadutosti, domýšlivosti, zpupnosti a nadměrné hrdosti.

Když bylo Franklinovi asi 21 let, napsal vlastní epitaf s přáním, aby byl jednou vyryt na jeho náhrobku:

Zde odpočívá tělo
knihtiskaře Benjamína Franklina
(jako vazba staré knihy,
z níž vytrhli obsah,
setřeli nápis i zlacení),
dali ho za potravu červům,
ale samo dílo nepodlehne zkáze,
protože (jak on věřil) vyjde ještě jednou
v novém a krásnějším vydání,
které prohlédl a opravil
autor

Nakonec byl tento epitaf přiložen k poslední vůli Benjamína Franklina a na náhrobku bylo stručně vyryto: *Benjamin and Deborah Franklin: 1790.*

P r a m e n y a l i t e r a t u r a

- [1] *Beginnings of electricity research*. Acta historiae rerum naturalium necnon technicarum. Prague Studies in the History of Science and Technology. New Series. Vol. 4. Editor J. FOLTA. Národní technické muzeum v Praze. Oddělení dějin techniky a exaktních věd. Praha 2000, 110 s. (Anglicko-německý sborník příspěvků přednesených na mezinárodním sympoziu, uspořádaném v roce 1998 na počest 300. výročí narození Prokopa Diviše, které zasedalo 15. června v Národním technickém muzeu v Praze a 17. června v Jihomoravském muzeu ve Znojmě.)
- [2] DIVISCH, P.: *Magia naturalis seu Nova Electricae rudimenta per tractatum theoreticum deducta, experimentis firmata*. UK Olomouc, rkp. 1762. Převážná část vyšla v německém překladu: *Längst verlangte Theorie von der meteorologischen Electricite, welche Er selbst Magiam naturalem benahmet*. 1. vydání: Tübingen 1765, 2. vydání: Frankfurt am Main 1768. Zkrácený český překlad vyšel v r. 1899 zásluhou Františka Nušla z podnětu tehdejší Akademie věd pod názvem: *Prokop Diviš. Vylíčení jeho života a zásluh vědeckých. Přehled hlavního spisu jeho Theoretického traktátu o elektřině. Na paměť 200letých*

narozenin Divišových. Praha 1899. Nušlův překlad přetiskl Karel Černý: *Život a dílo Prokopa Diviše*. Znojmo 1948.

- [3] DORFMAN, JA. G.: *Vsemírnaja istoria fiziki I*. Izdatělstvo Nauka, Moskva 1974, 350 s.
- [4] FRANKLIN, B.: *Opyty i nabluděnja nad električestvom*. Izdatělstvo Nauka, Moskva 1956.
- [5] FRANKLIN, B.: *Experiments and Observations on Electricity Carried out at in Philadelphia*. London 1751. Expériences et observations sur l' électricité, Paris 1752. Briefe von der Electricität, Leipzig 1758.
- [6] FRANKLIN, B.: *Autobiographie nebst einer Auswahl von Briefen, Dokumenten und Flugschriften*. Berlin 1956. V českém jazyce: FRANKLIN, B.: *Život Benjamína Franklina sepsaný jím samým*. Praha 1867.
- [7] GLIOZZI, M.: *Storia della fisica*. Torino 1965. Překlad z itaštiny: *Istoria fiziki*. Izdatělstvo Mir, Moskva 1970, 464 s.
- [8] HAUBELT, J.: *Život a dílo Václava Prokopa Diviše*. Okresní muzeum ve Vysokém Mýtě 1982. Textová část 70 s., obrazová část 20 s.
- [9] KOLOMÝ, R.: *Počátky výzkumu atmosférické elektřiny. Uplynulo 300 let od narození Prokopa Diviše (26. března 1698 – 26. prosince 1765)*. XVI. Zborník dejín fyziky, 5. MESDEF'98, 1. 10.–4. 10. 1998, Modra-Piesok. Vydala: OS DMF, ediční centrum MFF UK Bratislava 1999, 13–28.
- [10] KRŠKA, K., ŠAMAJ, F.: *Dějiny meteorologie v českých zemích a na Slovensku*. Univerzita Karlova v Praze. Nakladatelství Karolinum 2001, 568 s.
- [11] MAYER, D.: *Pohledy do minulosti elektrotechniky*. Nakladatelství Kopp, České Budějovice 1999, 382 s.
- [12] PELZEL F. B. M.: *Procop Diwisch, ein Naturforscher und Erfinder eines Wetterleiters. Abbildungen böhmischer und mährischer Gelehrten und Künstler, nebst kurzen Nachrichten von ihren Leben und Werken*. Dritter Theil. Prag 1777, 172–184.
- [13] SCHREIER, W.: *Geschichte der Physik. Ein Abriss*. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1988, 444 s.
- [14] SMOLKA, J.: *Příspěvky k bádání o Prokopu Divišovi*. Sborník pro dějiny přírodních věd a techniky III. NČSAV Praha 1957, 122–152.
- [15] SMOLKA, J.: *Poznámka ke vztahu B. Franklina a P. Diviše*. Zprávy Komise pro dějiny přírodních, lékařských a technických věd ČSAV 13 (1963), 35–42.
- [16] SMOLKA, J.: *Prokop Diviš and His Place in the History of Atmospheric Electricity*. Acta historiae rerum naturalium necnon technicarum. Prague 1965, 149–169.
- [17] SÓS, E.: *Spoutané blesky*. Mladá fronta. Edice Máj, Praha 1972, 324 s. Překlad z maďarštiny. Doslov J. V. POLIŠENSKÉHO: *Benjamin Franklin, američtí Moravané a čeští čtenáři*, 315–322.
- [18] ZAJAC, R., ŠEBESTA, J.: *Historické pramene súčasnej fyziky 1. Od Aristotela po Boltzmannu*. Alfa, Bratislava 1990, 396 s.
- [19] ZAJAC, R., CHRAPAN, J.: *Dejiny fyziky*. Vysokoškolská skripta MFF UK v Bratislavě 1982, 264 s.
- [20] <http://library.thinkquest.org/22254/electricity.htm>
- [21] <http://library.thinkquest.org/J002420F/inventions.htm>