DOI: 10.5507/sth.2026.022

Chápanie elektrickej sily a magnetizmu v strednej Európe v 18. storočí na podklade *Fyziky* Martina Krúziho*

Peter Volek
Lukáš Vaník

Pod vplyvom osvietenských myšlienok sa v 18. storočí začala v strednej Európe, a teda aj na území dnešného Slovenska, vyučovať fyzika ucelenejším spôsobom. Spomedzi rehoľných komunít spravovali na našom území vlastné kolégiá[1] dve rehole – „jezuiti a piaristi. Piaristi prijali do výuky vo svojich kolégiách, ako aj na svojich fakultách aj fyziku aj matematiku. Jezuiti učili matematiku a fyziku iba na svojich fakultách, a to v rámci filozofie."[2]

Okrem toho na našom území fungovali aj viaceré protestantské školy, na ktorých sa v určitých obdobiach vyučovala aj fyzika.[3] Spomedzi vyš-

* Tento článok bol napísaný v rámci riešenia grantu VEGA 1/0423/24 „Výzvy osvietenstva pre myslenie piaristov na Slovensku v 18. storočí".

1 Názvy ako *collegium*, *lyceum* a *gymnasium* označovali najmä v 16. až 18. storočí školy vyššieho typu. Niekedy však aj napriek tomu, že škola niesla takýto názov, curriculom a vyučovacou osnovou nemusela spĺňať všetky podmienky pre školu vyššieho typu. Pozri Jolana Zemplénová, *Dejiny fyziky na Slovensku do polovice 19. storočia*, Bratislava: Veda, 1974, s. 68.

2 Peter Volek, „Chápanie vesmíru piaristom Martinom Krúzim v 18. storočí," in *Aktuálne otázky výskumu humanitných vied*, VII, eds. Katarína Jančová – Beáta Dorková, Ružomberok: Verbum – vydavateľstvo Katolíckej univerzity v Ružomberku, 2024, s. 56.

3 Podľa Kónyovej sa na reformovanom kolégiu v Blatnom Potoku v dnešnom Maďarsku začala fyzika osamostatňovať od filozofie už v 17. storočí. „V tomto smere za priekopnícky počin možno pokladať vydanie prvej domácej učebnice prírodovedy (*Philosophiae Naturalis: Sive Introductio in theatrum naturae*, 1667) od profesora Jánosa Pósaháziho. Na svojich zahraničných cestách v Anglicku, Nemecku sa zoznámil s novými vedeckými teóriami a tie potom šíril ďalej doma. Pósaházi, ale aj jeho nasledovníci odmietali vyučovať fyziku tradičným spôsobom v duchu aristotelovskej fyziky a snažili sa šíriť nové teórie (hlavne Galilea, Newtona). Uvedomovali si aj skutočnosť, že namiesto filozofického a špekulatívneho prístupu by mala byť vo vyučovaní fyziky využitá názornosť a poznatky založené na skúsenostiach." Annamária Kónyová, „Prírodné vedy vo vzdelávaní na protestantských vyšších školách v Uhorsku v rannom novoveku," *Historia Ecclesiastica* 8, č. 2 (2017): 33–45.

ších evanjelických škôl vynikali lýceá v Kežmarku či Levoči, no najmä v Prešove a Bratislave.[4]

Aj keď sa fyzika v rámci filozofie vyučovala na univerzitách v Trnave (od roku 1635) a v Košiciach (od roku 1660), hodín fyziky nebolo veľa a jej štúdium sa bralo len ako stupienok k „vyšším vedám". Na druhej strane to, že sa koncom 18. storočia už fyzika začína vo vyučovaní dostávať na poprednejšie miesto, vidno aj vďaka *Ratio educationis* z roku 1777, ktorý v odseku o experimentálnej fyzike na gymnáziách píše:

> Fyzike ako pomocnej disciplíne prírodopisu sa v predošlých riadkoch vymedzilo miesto medzi povinnými vyučovacími predmetmi. Taký istý charakter užitočnosti a nie menšej potrebnosti má aj experimentálna fyzika… tento vedný odbor sa zaraďuje medzi voliteľné vyučovacie predmety… iba pre tých žiakov, ktorí pri štúdiu prírodopisu dokážu svoju vynaliezavosť.[5]

V tomto článku sa zameriame na preskúmanie publikácií a vyučovania o elektrine a magnetizme hlavne na katolíckych gymnáziách a fakultách v strednej Európe, najmä na území vtedajšieho Horného Uhorska, dnešného Slovenska. Tým chceme objasniť zrod modernej fyziky a jej recepcie v katolíckom vzdelávaní na tomto území najmä skrz analýzu rukopisu *Fyziky* piaristu Martina Krúziho.

1. Stručné dejiny fyziky a skúmania elektro-magnetizmu

Fyzika, pôvodne nazývaná „prírodná filozofia", sa od zvyšku filozofie oddeľovala len postupne. Grécke slovo φύσις znamená príroda; fyzika je teda veda o prírode.[6] Staroveké a stredoveké bádatelia sa prírodnými javmi zaoberali v rámci prírodnej filozofie (*philosophia naturalis* či *philoso-*

---

4 Ani na Bratislavskom evanjelickom lýceu sa však fyzike nedostalo toľko priestoru, ako sa jej dostalo na jezuitských a piaristických vyšších školách. Dôvodov bolo viacero. Na cisárskom dvore v druhej polovici 18. storočia panoval názor, že protestanti na vyučovanie teológie vlastné školy majú a filozofiu, matematiku a fyziku sa môžu učiť na Trnavskej univerzite u katolíckych učiteľov. Ďalším dôvodom bolo to, že kľúčová postava Bratislavského lýcea, Matej Bel (1684–1749), sa viac zameriaval na rozširovanie a prehlbovanie vyučovania geografie, než fyziky. Zemplénová, *Dejiny fyziky na Slovensku do polovice 19. storočia*, s. 236–239.

5 *Ratio educationis 1777 a 1806*, Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1988, II. časť, III. oddiel, IV. kapitola, § 154, s. 150–151.

6 Porov. Ivan Štoll, *Dějiny fyziky*, Praha: Prometheus, 2009, s. 13.

phia naturae). Základné znalosti o elektrickej sile a magnetizme, na ktoré sa zameriavame v tomto článku, mali ľudia už celé stáročia. Od staroveku bolo všeobecne známe, že jantár po trení priťahuje rôzne predmety; Rimania poznali aj „živočíšnu elektrinu" niektorých rýb; a s rozvojom plavby po mori sa čoraz väčšmi uplatňoval aj kompas so strelkou priťahovanou k magnetickému severu.[7] Magnetizmus ako taký sa však ešte aj v stredoveku považoval za nejasnú a tajomnú silu. Stredoveký filozof a teológ Tomáš Akvinský (cca 1224–1274) magnetizmus radil medzi *virtutes/qualitates occultae* (tajomné sily/vlastnosti), ktorých príčinu nepoznáme, no môžeme sledovať ich pôsobenie: „Vo fyzickom svete existujú určité tajomné sily, ktorých príčinu človek nedokáže vysvetliť; napríklad magnet priťahuje železo a mnoho podobných prípadov"[8] V stredoveku vykonal viacero základných pokusov s magnetmi Petrus Peregrinus de Maricourt (1219–1289), čo spomína v liste z roku 1269.[9] Dôkladnejšie sa však začali magnetické javy skúmať až v novoveku. V 17. storočí sa skúmaniu magnetizmu venoval anglický matematik a astronóm Henri

---

7 Porov. Štoll, *Dějiny fyziky*, s. 253. Pozri tiež Plíniove rozprávanie o jantári a jeho schopnosti priťahovať veci po jeho trení, ktoré spomína aj Krúzi vo svojej *Fyzike*. Porov. Pliny, *Natural History*, London: Harvard University Press, 1949, X, 37. kniha, 12. odsek, s. 190–191. Názory na to, kedy presne sa začal používať kompas k orientácii na mori, sa rôznia. Kraus považuje za možné aj to, že čínski námorníci používali takéto zariadenia už pred naším letopočtom; dodáva však, že s istotou môžeme povedať, že sa určite začal používať ešte pred 14. storočím. Porov. Ivo Kraus, *Fyzika od Thaléta k Newtonovi*, Praha: Academia, 2007, s. 125–126. Jan Vondrák tvrdí, že kompas sa používal už v 13. storočí, ako princíp ho poznali ho v Číne už v 2. storočí. Porov. Jan Vondrák, „Historie navigace: Od kvadrantu k GNSS," *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie* 58, č. 1 (2013): 13. Podľa najnovšieho výskumu Meynarda a Zhanga magnetická ihla bola vynájdená v 11. storočí, magnetický kompas v 12. storočí, obe v Číne. Medzi súčasnými autormi niet zhody o tom, či boli do Európy prevzaté z Číny alebo boli v Európe nezávisle vynájdené. Autori pri zdôvodňovaní týchto záverov vychádzajú z podrobnej analýzy diel misionárov v Číne, jezuitov aj dominikánov, ako aj diel čínskych autorov v čínskom jazyku. Názory Meynarda a Zhanga sú presvedčivé, vychádzajú z podrobnej analýzy literatúry z originálnych jazykov. Porov. Thierry Meynard – Yijing Zhang, „The Chinese Compass: How the Jesuits Created and Spread the Myth," *Journal of Jesuit Studies* 13, č. 1 (2026): 96–116.

8 „Res autem naturales habent quasdam virtutes occultas, quarum ratio ab homine assignari non potest, sicut quod adamas trahit ferrum." Thomas Aquinas, *Summa theologiae*, Opera Omnia iussu impensaque Leonis XIII P. M., Romae: Ex Typographiae Polyglotta S. C. De Propaganda Fide, 1897, II–II, q. 96, a. 2, obj. 1.

9 Petrus Peregrinus, *The Letter of Petrus Peregrinus on the magnet, A. D., 1269*, New York: McGraw Publishing Company, 1904. Pozri tiež Kraus, *Fyzika od Thaléta k Newtonovi*, s. 100.

Gellibrand (1597–1636), ktorý tvrdil, že zemský magnetický pól nie je statický, ale sa v čase mení; zásadnejšie experimenty týkajúce sa elektriny a magnetizmu však urobil až anglický fyzik William Gilbert (1544–1603), ktorého si vysoko cenil aj sám Galileo a ktorý dostal aj prezývku „Galileo magnetizmu".[10]

V polovici 17. storočia sa toho ešte veľa nevedelo ani o elektrickej sile. Ako vidno aj z Krúziho *Fyziky*, v polovici 18. storočia vedci poznali len statickú elektrinu vytvorenú trením. Aj preto sa v tejto dobe snažili o vytvorenie kondenzátora elektrickej energie, čo sa – konkrétne vo forme Leydenskej fľaše[11] – v 40. rokoch 18. storočia nezávisle od seba podarilo Nemcovi Ewaldovi Georgovi von Kleistovi (1700–1748)[12] i Holanďanovi Pieterovi van Musschenbroekovi (1692–1761).[13] Pri čítaní dobových zápiskov jasne vidno, že v 18. storočí elektrina[14] ešte nenašla väčšie praktické využitie a používala sa skôr na rôzne kabaretné predstavenia či dokonca „magnetické seansy". Aj preto v tejto dobe panoval názor, že „elektrina nebude dobrá na nič, len ako zábavka pre lepšiu spoločnosť a cirkusová atrakcia".[15]

2. Krúziho *Physica* a vyučovanie fyziky v 18. storočí v Rakúsko-Uhorsku

Piarista Martin Krúzi (1736–1801) svoj rukopis *Fyziky* napísal zrejme v roku 1772 v Kaloči, kde od roku 1771 do roku 1774 pôsobil ako profe-

---

10 Porov. Štoll, *Dějiny fyziky*, s. 253–255.

11 Porov. Zemplénová, *Dejiny fyziky na Slovensku do polovice 19. storočia*, s. 52. Pozri tiež Štoll, *Dějiny fyziky*, s. 257.

12 Ewald Georg von Kleist (známy aj ako Ewald Jürgen von Kleist) bol nemecký právnik, evanjelický kňaz a fyzik. Ovplyvnený Georgom Matthiasom Bosem sa začal venovať skúmaniu elektrickej sily a navrhol prvý kondenzátor. Porov. Reimund Gerhard-Multhaupt, „Biographies of Contributors to the Early Investigation of Electrical Phenomena," *IEE Transactions on Electrical Insulation* 28, č. 1 (1991): 98.

13 Pieter van Musschenbroek (lat. Petrus Muschenbrochius) bol holandský matematik a fyzik. Podarilo sa mu vylepšiť von Kleistov návrh prvého kondenzátora (Leydenskej nádoby). Porov. Gerhard-Multhaupt, *Biographies of Contributors to the Early Investigation of Electrical Phenomena*, s. 94.

14 Iste aj preto, že, ako správne uvádza Štoll a ako to možno pozorovať aj pri štúdiu Krúziho textov, celých dvesto rokov (cca 1600–1800) sa výskum elektriny obmedzoval na oblasť, ktorú nazývame elektrostatika. Porov. Štoll, *Dějiny fyziky*, s. 256–257.

15 Štoll, *Dějiny fyziky*, s. 260.

sor logiky, metafyziky, matematiky a fyziky. Neskôr si ju so sebou vzal do Brezna, kde pôsobil ako profesor teológie v rokoch 1777–1782.[16] Tam zostala uložená až do 9. júla 2004, keď bola pri úpravách farského archívu opätovne nájdená.[17] Preklad a analýza tohto jeho diela vrhá nové svetlo na vyučovanie fyziky na našom území v druhej polovici 18. storočia. Vo svojej *Fyzike* sa zaoberá filozofiou prírody aj fyzikou, ako mnohí iní autori jeho doby. Filozoficky telesá chápe tak, že sa skladajú z menších častí, teliesok, ktoré sú konečné, pevné, hýbateľné, individuálne a deliteľné, sú rozličných veľkostí a tvarov. Podľa Krúziho to potvrdzujú aj van Musschenbroekove experimenty.[18] Krúzi v chápaní posledných elementov nenasleduje jezuitu Boškovića, ktorý elementy chápal ako nehmotné a rovnaké,[19] ale skôr Newtona[20] a van Muschenbroeka,[21] ktorí ich chápu ako individuálne, nedeliteľné, rozličných veľkostí a tvarov.

---

16 Martin Krúzi pochádzal z Rumanovej a zomrel v Kečkeméte. Porov. István Léh – András Koltai – György Balanyi (eds.), *Catalogus religiosorum provinciæ hungariæ ordinis scholarum piarum 1666–1997*, Budapešť: Curia provincialis Hungariæ scholarum piarum – Societas pro encyclopædia historiæ ecclesiasticæ in Hungaria, 1997, s. 219. Krúziho rukopis *Fyziky* (*Physica*) je spolu s jeho rukopisom *Etiky* zviazaný do jedného celku a je uložený v archíve na rímsko-katolíckej fare v Brezne. Rukopis z etiky sa celým názvom volá *Kompendium o vybraných kapitolách z etiky* (*Compendiaria Doctrina de Selectis aliquot Ethicae Capitibus*). Rukopis z *Fyziky* má 424 strán. Do fyziky vtedy zaraďovali aj biológiu, paleontológiu, astronómiu, meteorológiu, čiže všetky prírodné vedy, ako je to aj v Krúziho rukopise *Fyziky*.

17 Peter Volek, „Piaristická scholastická filozofia v Uhorsku: Nové rukopisy z archívu v Brezne a ich vzťah k osvietenstvu," *Kultúrne dejiny* 16, č. 2 (2025): 222–249.

18 Martin Krúzi, *Physica*, I, nr. 319, 321.

19 Rogerio Joseph Boscovich, *Philosophiae Naturalis Theoria Redacta ad Unicam Legem Virium in Natura Existentium*, Viennae: Apud Augustinum Bernardi, 1759, pars I, nr. 1–4.

20 V predslove k *Matematickým princípom prírodnej filozofie* spomína Newton častice telies (*corporum particulae*), ktoré sa navzájom priťahujú alebo odpudzujú (Isaac Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Londini: Jussu Societatis Regiae ac Typis Josephi Streater, 1687, Praefatio ad Lectorem). Vo svojej *Optike* Newton chápe častice telies ako pevné, nepreniknuteľné, rozličných veľkosti a tvarov (Isaac Newton, *Opticks: Or, a Treatise of the Reflections, Retractions, Infections, and Colours of Light*, The Third Edition, Corrected, London: William and John Innys, 1721, s. 375–376).

21 Peter van Musschenbroek, *Elementa Physicae Conscripta in Usum Academicos*, Lugduni Batavorum: Apud Samuelem Luchtmans, 1734, cap. II, § 31–34, s. 18–19.

2.1 De electricitate

Ako sme už spomenuli, v 18. storočí vedci ešte nepoznali súvis medzi elektrickými a magnetickými javmi. Ten totiž objasnil až škótsky fyzik James Clerk Maxwell (1831–1879) približne o sto rokov neskôr, keď v roku 1865 sformuloval svoje rovnice opisujúce správanie elektromagnetického poľa.[22] A aj väčšina dôležitých objavov Krúziho súčasníkov, ktorí sa venovali elektrine (Galvaniho,[23] Oresteda,[24] Ampéra[25] a Voltu[26]), prišla až v závere 18. storočia či v prvej tretine 19. storočia.

Krúzi elektrickej sile venuje 14. kapitolu svojej *Fyziky*, ktorú začína slovami: „O tak často spomínanej elektrine chceme teraz vysvetliť, aká je to vlastnosť telies, ako ju pri vhodnom trení nadobúdajú, pomocou ktorej priťahujú alebo odpudzujú iné telesá, a takisto akoby pritom takmer vyžarovali svetlo tejto sily.“[27]

Z jeho spisov vidno, že učenci v tejto dobe poznali takmer výhradne statickú elektrinu, ktorá vznikala trením jantára.[28] Sám Krúzi – ešte používajúc ako synonymá slová *electrum* a *succinum* – píše: „Plínius uvádza, že *electrum*, čiže jantár (*succinum*), ženy v Sýrii zvykli prikladať k praslici, a že mu dali meno *harpaga* (‚uchvacovač‘), pretože si všimli, že uchvacovaním priťahuje veci, keďže k sebe zvykol priťahovať slamky a strapce

---

22 Porov. Štoll, *Dějiny fyziky*, s. 293–300.

23 Luigi Galvani (1737–1798) objavil elektrický prúd až v roku 1792, teda 20 rokov po tom, ako Krúzi napísal svoju *Fyziku*. Pozri Zemplénová, *Dejiny fyziky na Slovensku do polovice 19. storočia*, s. 56.

24 Hans Christian Orested (1777–1851) si v roku 1820 všimol, že počas toho, ako ide drôtom elektrický prúd, otáča sa aj magnetická strelka otočná na ostrom hrote. Orested tak prišiel na prepojenie elektrických a magnetických javov. Porov. Štoll, *Dějiny fyziky*, s. 278.

25 André Marie Ampére (1775–1836) nadviažuc na Orestedove pokusy prišiel na to, že aj medzi dvomi vodičmi, cez ktoré preteká prúd, pôsobí sila, ktorá ma príslušný smer podľa smeru prúdov. Porov. Zemplénová, *Dejiny fyziky na Slovensku do polovice 19. storočia*, s. 56.

26 Andrea Volta (1745–1827) až na prelome 18. a 19. storočia začína špekulovať, že „galvanizmus“ (vtedy zaužívaný pojem pre striedavý prúd) by mohol byť totožný so statickou elektrinou. Porov. Zemplénová, *Dejiny fyziky na Slovensku do polovice 19. storočia*, s. 56.

27 Krúzi, *Physica*, 14. kapitola (*De electricitatis*).

28 Slovo *elektrina* pochádza práva z gréckeho názvu pre jantár – ἤλεκτρον (ēlektron). To, že jantár po pošúchaní priťahuje drobné predmety, si už v 6. storočí pred Kristom všimol Táles z Milétu. Porov. Štoll, *Dějiny fyziky*, s. 55.

odevov."[29] Pri vysvetľovaní elektrickej sily Krúzi siaha po posledných výskumoch v tejto oblasti:

> Ako prvý, kto skúšal s jantárom trieť vyrezávané drahokamy a sklo, a zistil, že v nich prebýva sila priťahovania ľahkých telies, sa uvádza istý Gilbert (William Gilbert).[30] V tejto práci potom pokračovali Otto von Guericke[31] v Nemecku a Hawksbee[32] v Anglicku.[33]

Krúzi následne menuje ďalších známych vedcov, ktorý sa v 18. storočí zaoberali skúmaním elektrickej sily: „Prvým človekom, ktorý elektrizoval v Anglicku, bol pán Gray (Stephen Gray). Parížan pán Du Fay[34] to potom mnohými rozličnými pokusmi, ktoré sa v tejto veci vykonali, objasnil."[35] Uvádza, že čerpá z rôznych autorov, ktorí sa venovali alebo venujú skúmaniu elektriny v jeho dobe, no občas sa odvolá aj na staro-

---

29 Krúzi, *Physica*, § 177, s. 143. Porov. Pliny, *Natural History*, X, 37. kniha, 12. odsek, s. 190–191.

30 William Gilbert (1544–1603) študoval v Cambridgi a stal sa lekárom. Bol aj osobným lekárom kráľovnej Alžbety I. Študoval aj magnetické javy, o čom vydal v roku 1600 knihu s názvom *O magnete*. Posmrtne vyšli jeho práce z filozofie. Porov. Gerhard-Multhaupt, *Biographies of Contributors to the Early Investigation of Electrical Phenomena*, s. 85–86.

31 Otto von Guericke (1602–1686) študoval v Lipsku, Helmstedte, Jene, Leiden. Stal sa starostom Magdeburgu. Robil viaceré experimenty vo fyzike, medzi iným aj v magnetizme. Porov. Gerhard-Multhaupt, *Biographies of Contributors to the Early Investigation of Electrical Phenomena*, s. 86–87.

32 Francis Hauksbee (1666–1713), známy aj ako Francis Hawksbee, bol žiakom anglo-írskeho fyzika a chemika Roberta Boyla (1626–1692) a Isaaca Newtona (1642–1727). Hauksbee zdokonalil rad fyzikálnych prístrojov. Podarilo sa mu vyprodukovať statickú elektrinu pomocou sklenenej gule a ako prvý v roku 1706 sledoval svetielkovanie ortuťových výparov v elektrizovanej sklenenej trubici, vďaka čomu sa stal priekopníkom elektrických výbojok. Porov. Štoll, *Dějiny fyziky*, s. 260.

33 Krúzi, *Physica*, § 177, s. 143.

34 Stephen Gray (1666–1736) bol anglický astronóm a fyzik, robil veľa pokusov s elektrinou. Preukázal prenos elektriny na vzdialenosť. Charles François de Cisternay du Fay (1698–1739), ktorého Krúzi volá „Du Phay Parisiis", bol francúzsky chemik, fyzik a riaditeľ Botanickej záhrady v Paríži. Du Fay okrem iného objavil existenciu dvoch typov elektriny a pomenoval ich „sklovitá" a „jantárová" (neskôr sa prišlo na to, že ide o kladný a záporný náboj). Taktiež si všimol, že niektoré látky nevedú prúd, a na základe tejto ich schopnosti podelil látky na „elektrické" a „neelektrické". Zistil tiež, že rovnako nabité objekty sa navzájom odpudzujú a že rôzne nabité objekty sa priťahujú. Porov. Gerhard-Multhaupt, *Biographies of Contributors to the Early Investigation of Electrical Phenomena*, s. 87–89, 95–96.

35 Krúzi, *Fyzika*, § 177, s. 143.

vekých autorov, napríklad na Plínia Staršieho. To, že časť matérie Krúzi preberá od Angličana Stephena Graya, vidno aj na základe toho, že preberá aj jeho mylný názor, že vodivosť látky ovplyvňuje ich farba.[36] Napriek tomu, že poznal aj Du Fayove diela, zrejme sa nedostal k informácii, že túto domnienku Du Fay experimentálne vyvrátil už v roku 1733.[37] Medzi ďalších najvýznamnejších objaviteľov v oblasti skúmania elektriny Krúzi radí Wincklera,[38] Prokopa Diviša,[39] už spomínaného Pietra van Musschenbroeka a s'Gravesandeho.[40] S úctou hovorí aj o Nemcovi Georgovi Matthiasovi Bosem.[41] Celkovo možno skonštatovať, že Krúziho kapitola o elektrine nie je veľmi dlhá – vo svojej *Fyzike* jej venuje len 12 stručných odsekov.

Po dvoch úvodných odsekoch, v ktorých dáva svoju definíciu elektrickej sily („dostali sme sa teda k už toľkokrát spomínanej elektrine, ktorú pokladáme za vlastnosť telies, o ktorých máme skúsenosť, že po vhodnom trení nadobúdajú schopnosť iné telesá priťahovať, odpudzo-

---

36 Krúzi píše: „Etiam a pigmentis vis electrica variis videtur pendere" (*Physica*, § 178, s. 144).

37 Porov. *Histore de L'Académie Royal Des Sciences: Année 1739*, Paris: De l'imprimerie Royale, 1741, s. 76.

38 Johann Heinrich Winckler (1703–1770) bol nemecký fyzik a filozof, profesor fyziky v Lipsku. Napísal viacero diel. Porov. Gerhard-Multhaupt, *Biographies of Contributors to the Early Investigation of Electrical Phenomena*, s. 98–99.

39 Prokopa Diviša (lat. Procopius Divisch; 1698–1765) Krúzi označuje „Procopius, Canonicus Lucensis", keďže Diviš patril k premonštrátskemu opátstvu v dedinke Louka. Diviš, vlastným menom Václav Divíšek, bol český rímskokatolícky kňaz, člen rádu premonštrátov, prírodovedec, vynálezca a doktor teológie. V roku 1754 zostrojil bleskozvod (pravdepodobne nezávisle od Benjamina Franklina, ktorý ho zostrojil v roku 1749). Pozri Štoll, *Dějiny fyziky*, s. 265. Pripisuje sa mu aj vynájdenie takzvaného *Denis d'or*, prvého hudobného nástroja, ktorý produkoval hudbu a zvuky pomocou elektriny. Tento prístroj, ktorého vytvorenie sa datuje do roku 1753, sa krátko po Prokopovej smrti stratil. Porov. Peer Sitter, „*Das Denis d'or: Urahn der ‚elektroakustischen' Musikinstrumente?*," in *Perspektiven und Methoden einer systemischen Musikwissenschaft: Bericht über das Kolloquium im Musikwissenschaftlichen Institut der Universität zu Köln 1998*, eds. Klaus Wolfgang Niemöller – Bram Gätjen, Frankfurt am Main: Peter Lang, 2003, s. 303–305.

40 Willem Jacob 's Gravesande (1688–1742) bol holandský filozof, matematik a fyzik, ktorý sa okrem iného venoval mechanike, obzvlášť experimentálnemu meraniu kinetickej energie, ale aj teplotnej rozťažnosti. Porov. Gerhard-Multhaupt, *Biographies of Contributors to the Early Investigation of Electrical Phenomena*, s. 92–93.

41 Georg Matthias Bose (1710–1761) bol nemecký experimentátor, ktorý vykonal viacero pokusov so statickou elektrinou. Často ho cituje aj van Musschenbroek. Porov. Pieter Present, „Petrus van Musschenbroek (1692–1761) and the early Leiden jar: A discussion of the neglected manuscripts," *History of Science* 60, č. 1 (2022): 103–129.

vať, a takisto vyžarovať akési praskajúce svetlo"), vymenúva autorov, o ktorých sa opiera. Následne v treťom odseku vysvetľuje, že si nedáva za cieľ „zaoberať sa podrobne týmto zvláštnym javom". Následne však predsa tento jav bližšie opisuje, keď píše, že

> elektrina závisí od jemných výparov, ktoré vylietavajú z chladných i teplých telies, z teplých však najmä po tom, čo boli silno trené. Tieto podivuhodné výlučky sa pohybujú veľmi jemne, raz sa približujúc k telesám, inokedy sa zasa vzďaľujúc, a so sebou odnášajú všetko pohyblivé a zemité, na čo narazia… Dotykom sa tieto výpary pociťujú, keď dopadajú na ruky, chrbát alebo líca; zrakom vtedy, keď v tme svietia; sluchom, keď s praskotom vybuchujú.[42]

Toto chápanie sa celkom zhoduje s vtedajším chápaním elektrickej sily ako akýchsi výparov či étericképo fluida, ktoré spôsobuje priťahovanie a odpudzovanie predmetov.[43]

V štvrtom odseku Krúzi spomína tri nástroje na výrobu elektriny:

> Elektrické stroje sú najmä tri: sklenená trubica, asi tri stopy (95 cm) dlhá, ktorej priemer je sedem, osem alebo deväť línií[44] (1,5–2 cm) a hrúbka skla približne jedna línia (2 mm); sklo môže byť akékoľvek, najvhodnejšie je však krištáľové. Druhým strojom je sírová guľa. Tretím je sklenená guľa; táto guľa má väčšiu účinnosť než sírová guľa; jej priemer je menší než jedna stopa (menej než 31,4 cm) a [jej sklo] má hrúbku asi dve línie (4–5 mm). Šnúrou sa pripája na železnú os a pomocou kolesa sa rýchlo otáča; aby sa zohriala, prikladá sa na ňu suchá ruka, alebo vankúšiky z vysušenej kože, alebo suchý pijak.[45]

Otáčajúcu sa sírovú guľu, ktorou sa experimentátor dotýkal suchou dlaňou, ako prvý v roku 1650 zostrojil Nemec Otto von Guericke (1602–1686), ktorého na začiatku svojej kapitoly o elektrickej sile Krúzi výslovne menuje.[46]

---

42 Krúzi, *Fyzika*, § 178, s. 143.

43 Napríklad Krúzim spomínaný William Gilbert považoval aj zemský magnetizmus za akýsi výron či fluidum, ktoré nazýval *effluvium*. Porov. Šroll, *Dějiny fyziky*, s. 254–255.

44 V Rakúsko-Uhorsku sa v 18. storočí používala viedenská mierová sústava. 1 *linea* (lat. *linea*, nem. *Linie*; často v technických textoch uvádzaná aj ako *linea Viennensis*) merala asi 2,2 mm. 12 „lineí" tvorilo jeden palec (nem. *Zoll*; lat. *pollex*), cca 2,63 cm; 12 palcov tvorilo zasa jednu viedenskú stopu (lat. *pes Viennensis*), ktorá mala dĺžku približne 31,6 cm. Porov. *Historisch-statistischer Umriß von der Österreichischen Monarchie*, Leipzig: In der Fest'schen Buchhandlung, 1834, *Maaß und Gewicht*, s. 150 a n.

45 Krúzi, *Fyzika*, § 179, s. 144.

46 Okrem pokusov so sklenenou guľou, robil von Guericke pokusy aj so sírovou guľou. Krúzi hovorí, že rozmery tejto druhej gule sú menšie než sklenenej. To súhlasí s tým,

V piatom (§ 180) odseku naznačuje rozdelenie látok na vodiče a izolanty („elektrické“ a „neelektrické“ telesá) a vysvetľuje, že ak chceme niečo „elektrizovať“, musí to byť uzemnené: „Či už je elektrizovaná vec alebo človek, vždy sa má podložiť nejaká podložka, aby sa sila nerozptyľovala cez podlahu.“ V šiestom (§ 181) a siedmom (§ 182) odseku rozoberá dvojaký efekt elektrickej sily: „priťahovanie“ a „fosforescenciu“ (vyžarovanie svetla). Priťahovanie dokazuje viacerými praktickými pokusmi, okrem iného aj pokusom so sklenenou guľou plávajúcou na vode: „Sklenená guľa plávajúca na vode, keď je uvedená do pohybu, nasleduje prsty elektrizovaného.“ Následne vymenúva viaceré experimenty, pri ktorých vidno, že elektrina vydáva aj svetlo: „Železná tyč, keď je elektrizovaná, sa na tmavom mieste javí, akoby vystreľovala iskry spojené s prúdením vzduchu.“ Spomína aj Boseho experiment: „Bose elektrizoval človeka, ktorý bol videný, ako je od smolovitej podložky až po temeno hlavy obklopený svetlom, akoby akýmsi lúčom slávy.“ Spomína tu i Wincklerov pokus s elektricky nabitým prstom: „Winckler tiež pozoroval, že elektrizovaný prst vysiela prúd iskier smerom k neelektrizovanému [prstu].“ V ôsmom odseku (§ 183) rozoberá elektrické výboje, ktoré nazýva „údermi podobnými blesku“. V deviatom odseku (§ 184) naznačuje elektroterapiu. Aj keď je jeho chápanie mechanizmu účinku nedokonalé („Apoplektici, paralytici a ľudia trpiaci artrózou sa však často liečia elektrinou, lebo sa v nich uvádzajú do pohybu zahustené, zhustnuté a lepkavé šťavy a znovu nadobúdajú pôvodnú silu…“), predsa si správne všíma blahodarný vplyv elektriny na pohybovú sústavu človeka. V desiatom odseku (§ 185) rozoberá, na akú veľkú vzdialenosť sa dá šíriť elektrina:

> Zo všetkého však najväčší údiv pri sile elektriny vyvoláva u ľudí jej šírenie. Watson[47] v Anglicku rozviedol elektrickú silu po železných drôtoch raz na 8000, inoke-

---

čo píše priamo von Guericke, hoci ani on vo svojom diele neuvádza exaktné miery, len hovorí, že má byť „veľká ako detská hlava“ (*magnitudine ut caput infantis*). Ottonis De Guericke, *Experimenta Nova (ut vocantur) Magdeburgica de Vacuo Spatio*, Amsterdam: Apud Joannem Jansonium a Waesberge, 1672, lib. IV, caput XV, s. 147. Pozri tiež Kraus, *Fyzika od Thaléta k Newtonovi*, s. 226.

47 Sir William Watson (1715–1787) bol britský botanik a fyzik. Okrem iného v roku 1746 postuloval tézu, že dva druhy elektriny, ktoré určil Du Fay (sklenená a jantárová), nie sú dva odlišné druhy elektriny, ale že ide o látku s elektrickým nadbytkom (pozitívny náboj) a elektrickým deficitom (záporný náboj). Porov. Gerhard-Multhaupt, *Biographies of Contributors to the Early Investigation of Electrical Phenomena*, s. 107–109.

> dy na 10 600, inokedy zasa na 12 236 stôp[48] – a to tak, že otras bol pocítený v tom istom okamihu. Na druhom konci reťaze, kde sa pohybovala sklenená guľa, sa síce účinok prejavil okamžite, zvuk však pri šírení na vzdialenosť 12 236 stôp potreboval 12 sekúnd.[49]

V predposlednom, teda jedenástom odseku (§ 186), predkladá otázky vhodné na ďalšie skúmanie. Zamýšľa sa nad tým, v akom vzťahu je oheň a elektrina, pričom dochádza k záveru, že nemôžu byť totožné: „Elektrická sila je prúd podobný ohňu, nie je však ohňom samotným. Veď keby bola elektrina samotným ohňom, prečo… by voda, nepriateľ ohňa, prijímala elektrickú silu a tak veľmi ju šírila? Presvedčivý dôvod na toto nie je poskytnutý.“ V poslednom, dvanástom, odseku (§ 187) hovorí, že momentálne na vysvetlenie tejto záhady existujú určité pohľady (jednou z nich je spomínané chápanie elektrickej sily ako určitých výparov), no podľa jeho názoru ide síce o vynaliezavé, ale svojvoľné teórie, pretože ešte nik nepreukázal, aké sú skutočné príčiny elektrickej sily. Štrnástu kapitolu svojej *Fyziky* preto uzaviera slovami: „Ak by ich [príčiny vzniku elektriny] niekto jasne predložil, podľa jeho (van Musschenbroekových) slov by sa takému človeku dostalo chvály“ (§ 187).

2.2 De magnete

Už sme spomenuli, že s výnimkou Petra Peregrina de Maricourta ani v staroveku, ani v stredoveku nenachádzame bádateľa, ktorý by sa systematicky venoval vedeckému skúmaniu magnetickej sily. Zároveň tiež platí, že elektrickú silu a magnetizmus prepojili až spomenuté objavy Oresteda, Ampéra, a Maxwella v 19. storočí. Aj preto sa až do konca 18. storočia magnetizmus a elektrina považovali za dva paralelné, no nijako

---

48 Jedna stopa mala v 18. storočí v Anglicku hodnotu 0,3048 m. 12 236 stôp bolo teda približne 3,73 km (8000 stôp = 2,44 km; 10 600 stôp = 3,23 km). Túto vzdialenosť prekoná zvuk vo vzduchu za približne 10,86 sekundy.

49 „Omnium tamen in virtute electrica dat maximae in admirationem homines propagatio Vadson [William Watson] in Anglia electricam virtutem in filis ferreis per 8000, modo per 10600, modo per 12 236 pedes propagavit. Ita ut eodem instanti succusio perciperetur. In altera catanae extremitate, quo sphaera vitrea commovebatur, cum tamen sonus in Propagatione 12 236 pedum 12 minuta secunda insummeret.“ Krúzi, *Physica*, § 185, s. 146. Krúzi tu píše „12 minút sekúnd“. Pravdepodobne si uvedomil svoju chybu (najskôr napísal *minuta*, potom *secunda*), no slovo *minuta* zabudol preškrtnúť.

nesúvisiace javy – čo vidno aj v Krúziho *Fyzike*, kde sa venuje najskôr elektrine, potom prechádza k meteorológii, v ktorej spomína aj blesk. Prijíma Senecovo rozdelenie na slabší blesk (*fulgura*) a silnejší blesk (*fulmen*), no spomína aj guľový blesk (*fulmen*) (§ 80). Hovorí, že hrom (*tonitrus*) vzniká pri blesku v dôsledku „vznietenia oblakov" (§ 81). Spomína aj laboratórne pokusy umelo vytvoriť blesk; hovorí, že umelo možno vytvoriť blesk vtedy, keď „výpary z vriaceho liehu spojené s gáfrom naplnia tmavú miestnosť; keď sa tam potom vnesie zapálená svieca, z výparov náhle vyšľahne bleskový plameň".[50] Dobovým chápaním je aj ovplyvnená jeho predstava matérie blesku: myslí si, že blesk tvorí síra a dusičnanové soli, ktoré sa vo vzduchu vznietia. Spomína aj viaceré prípady pozorovania guľového blesku, pričom súdi, že guľový blesk vzniká vtedy, keď sa spolu s jemnejšími časticami vznietia aj hustejšie častice, ktoré sú potom bleskom strhnuté, pričom táto zlepená zmes vytvára ohnivé hrudy alebo gule, ktoré následne spôsobujú obrovské spustošenie.[51] Ďalej sa Krúzi venuje iným fyzikálnym látkam a až takmer ku koncu svojej *Fyziky* sa konečne dostáva k magnetom.

Magnetickým javom a ich príčinám venuje Krúzi deväť odsekov. V prvom odseku (§ 154, s. 185) uznáva, že aj keď sú „magnetické javy veľmi známe, ich príčiny už ani nemôžu byť nejasnejšie", a preto sa domnieva, že „snažiť sa správne vysvetliť tie záležitosti prírody, ktoré sú v tajomstvách prírody človeku skryté, nie je nič iné než len jagavé, no zbytočné plytvanie časom"[52] a dodáva, že „stačí teda predložiť tieto fenomény a popísať ich, a aspoň letmo spomenúť príčiny; ak sú však príčiny odvodené z hypotéz autorov, musia byť takto označené".[53]

V druhom odseku (§ 154, s. 185) vysvetľuje, čo chápeme pod pojmom magnet:

> Filozofi pod magnetom rozumejú tvrdý kameň, ktorý sa vyskytuje v niektorých baniach na železo, farbou je zvyčajne hrdzavý a zvyčajne k sebe priťahuje iný magnet alebo železo, či už priamo susediace alebo do istej miery vzdialené." Spomína

---

50 Krúzi, *Physica*, Pars III, § 83, s. 165–166.

51 Pozri Krúzi, *Physica*, Pars III, § 80–90, s. 164–168.

52 Doslova „slávnostné mrhanie času". „In re quae ad homine in naturae arcanis abdita debite scit tempore minima quaeque exponere conari arbitrior nihil aliud esse, quam tempore solemniter abuti." Krúzi, *Physica*, § 153, s. 185.

53 „Phaenomena coram enucleare recensere sufficiet, et commemorare saltem causas si tamen causa, quae ex arbitrarii hypothesibus ducuntur sunt dicendae." Krúzi, *Physica*, § 153, s. 185.

> tiež existenciu rôznych druhov magnetov („v Macedónii je čierny, v Arábii červenkastý; nechýbajú ani zmienky o bielom“). Následne sa dotýka zloženia magnetických látok: „Skladá sa zo železa, alebo štruktúry, ktorá je zmesou železa s olejom, soľou a inými prísadami, ako nás učia chemické rozklady; preto van Musschenbroek hovorí, že iný kameň nemá silu priťahovať, ale že magnetickú silu vytvára práve táto zmes železa, soli, oleja, atď.“ Napokon hovorí, že za istých podmienok získava magnetické vlastnosti aj železo: „Aj niektoré oceľové kusy, ak sú uložené v smere poludníka k severu a podľa sklonu magnetickej ihly, sa už samotným dotykom inej ocele stávajú magnetmi.

V treťom odseku (§ 155, s. 186) hovorí, že „magnetické javy sa posudzujú na základe troch vlastností: po prvé, príťažlivosti alebo odpudzovania, po druhé, sprostredkovania (prenášania), po tretie smerovania, odchýlky alebo sklonu“. Tieto tri vlastnosti magnetov rozoberá v ďalších odsekoch. Tu hovorí o „jave príťažlivosti“. Svojim študentom či čitateľom, ktorí sa chcú o tomto jave presvedčiť, radí urobiť malý experiment:

> Ak chce niekto zakúsiť jav príťažlivosti, nech položí dva magnety na dve malé škatuľky alebo dosky voľne plávajúce na vode; bude pozorovať, ako sa od istej vzdialenosti začína jedna k druhej približovať a navzájom sa spájať. A ak sa jeden magnet so svojou škatuľkou obráti proti druhému vo chvíli, keď už sú spojené, bude možné s potešením sledovať, ako sa jeden od druhého odpudzuje.

V štvrtom odseku (§ 156, s. 186) Krúzi podáva svojim študentom vedomosti, ktoré platia podnes:

> Keďže sa tieto javy stále opakujú, filozofi – podobne ako celej Zemi – pripisujú magnetu dva póly: severný a južný. Predstavujú si tiež priamu čiaru spájajúcu póly, ktorú nazývajú osou, a ďalšiu čiaru, ktorá túto os v pravom uhle rozdeľuje, a tú nazývajú rovníkom; napokon všetky čiary vedené od pólu po povrchu magnetu nazývajú poludníkmi.

Krúzi tiež svojim žiakom uvádza známy fakt, že magnety majú póly (nazývané „južný“ a „severný“) a že rovnaké póly sa odpudzujú a rozdielne priťahujú:

> Póly dvoch magnetov rovnakého mena, teda južný s južným alebo severný so severným, nazývajú sa nepriateľskými, pretože sa navzájom odpudzujú; póly nerovnomenné, napríklad južný a severný, nazývajú sa priateľskými, pretože obrátené proti sebe sa navzájom priťahujú.

V piatom odseku (§ 157, s. 186) sa opäť vracia k javu príťažlivosti. Tento raz rozoberá, ako na tento jav vplýva čas, vzdialenosť alebo stav magnetizovaného materiálu: „Tak ako je rozdielna vzdialenosť magnetov, tak spôsobujú rozdielnu silu príťažlivosti aj rozdielne časy."

V šiestom odseku (§ 158) rozoberá jav, ktorý nazýva javom sprostredkovania (*communicationis phaenomenon*), ktorým pomenúva schopnosť magnetu preniesť magnetickú silu aj na iné látky, najmä železo.

V siedmom odseku (§ 159) rozoberá, ako sa magnetická ihla obracia severojužným smerom, no rozoberá aj fakt, že občas dochádza k odchýlke západným alebo východným smerom. Hovorí, že „táto odchýlka je úplne nestála a premenlivá; totiž čo sa ešte pred mesiacom alebo rokom odchyľovalo k východu, dnes sa odchyľuje k západu", pričom dodáva zaujímavé pozorovanie, že „len na jednom poludníku, ktorý leží medzi Anglickom a Írskom, bolo už mnohými pozorovaniami zistené, že smerovanie k severu zostáva stále". Jav, ktorý tu Krúzi popisuje, dnes poznáme ako zmenu magnetického pólu Zeme; príčina presúvania magnetických pólov zeme však nie je dodnes úplne objasnená. Fakt, že v jeho dobe nebola pozorovaná zmena na istom poludníku medzi Írskom a Anglickom, hoci inde zaznamená bola, naznačuje, že magnetický pól Zeme sa v tomto období presúval približne pozdĺž v smere daného poludníka. Z daného miesta sa teda mohlo zdať, že sa vôbec nepresúva, keďže strelky kompasov vždy ukazovali tým istým smerom.

Vo ôsmom odseku (§ 160) sa zamýšľa nad možnými príčinami magnetických javov. V tomto smere kritizuje pohľad van Helmonta,[54] keď hovorí, že tento flámsky bádateľ „rojčí o tom, že magnet má zmysel pre predstavivosť, lásku a sebalásku". Ba píše tiež, že „nechýbajú ani takí [bádatelia], ktorí hľadajú útočisko v antipatii a sympatii – čo už samo o sebe stačí len spomenúť". Hneď na to spomína najzaujímavejšiu a najpresnejšiu tézu ohľadom magnetického poľa (tak magnetu ako takého, ako aj Zeme), ktorú sformuloval Descartes, no k tejto hypotéze je Krúzi dosť kritický:

> Mnohým sa dosiaľ páči jedna Descartova hypotéza: totiž že Zem sa považuje za akýsi veľký magnet a predpokladá sa, že z jedného jej pólu vytekajú magnetické výpary a po vytvorení vírov okolo jej pologule znovu vchádzajú do nej druhým pólom, pričom prvým pólom opäť vychádzajú. Túto náuku šikovne prispôsobuje

[54] Jan Baptist van Helmont (1580–1644) bol flámsky chemik, fyziológ a lekár, ktorý sám seba nazýval „filozofom ohňa". Porov. Štoll, *Dějiny fyziky*, s. 172.

> všetkým magnetom, ktoré sú časťou celku… a mnohé veci vysvetľuje dosť usporiadane; po mnohých stránkach však zasa zlyháva, ak človek celé to svojvoľné usporiadanie nekrúti až vyslovene smiešnym spôsobom.[55]

Svoj rozbor v poslednom odseku (§ 161) uzaviera lakonickou poznámkou o príčinách magnetických javov:

> Je lepšie zostať úprimný spolu s van Musschenbroekom. On totiž hovorí, že je isté, že magnetická sila existuje… Je tiež isté, že príčina magnetu, nech je akákoľvek, je univerzálna, keďže námorníci v ktorejkoľvek časti oceánu pozorujú smerovanie magnetickej ihly. Ten však – hovorí – kto tvrdí, že magnet je riadený najjemnejšími výparmi, tvrdí viac, než čo dosiaľ dokázal ktorýkoľvek smrteľník. Preto bude najlepšie zdržať sa súdu a priznať, že príčina je dosiaľ neznáma.

3. Vyučovanie fyziky v 18. storočí na našom území a v okolitých krajinách

Vyučovanie fyziky ako predmetu jasne oddeleného od filozofie a založeného na experimentálnej vedeckej metóde vstupuje do dejín presne na začiatku 18. storočia: „oxfordský profesor John Keil (1671–1721) bol prvý, ktorý v školskom roku 1700/1701 vyučoval fyziku“, pričom to robil „matematickým spôsobom pomocou experimentov“.[56]

Ako sme už spomenuli, fyzika sa na našom území v 18. storočí vyučovala na jezuitských kolégiách, piaristických gymnáziách a fakultách aj protestantských školách.[57] Až do polovice 18. storočia však bola fyzika na mnohých miestach vnímaná len ako malá časť filozofie (*philosophia naturalis* či *philosophia naturae*). Približne v polovici 18. storočia sa začali aj u nás objavovať vo výučbe fyziky novšie poznatky, najmä od Descarta či Wolffa, ale miestami už aj od Newtona. Postupne sa od starovekého chápania fyziky prechádzalo k fyzike založenej výlučne na modernej

---

55 Krúzi, *Physica*, § 186, s. 160. Krúzi spoľahlivo interpretuje Descarta. Porov. René Descartes, *Princípy filozofie*, Bratislava: Pravda, 1986, IV, Nr. 145–154, s. 288–296.

56 Zemplénová, *Dejiny fyziky na Slovensku do polovice 19. storočia*, s. 71. Pozri tiež F. Sherwood Taylor, *The Teaching of Physics at the End of the 18th Century*, London: The Philosophical Magazine, 1949, s. 144–164.

57 Porov. Zemplénová, *Dejiny fyziky na Slovensku do polovice 19. storočia*, s. 234.

vedeckej metóde, ktorú už v stredoveku predostreli viacerí myslitelia ako hlavné kritérium získavania poznatkov o prírode a jej zákonoch.[58]

Na území Slovenska prvým dielom z oblasti elektriny bolo latinské dielo mladého jezuitu Jána Purginu SJ (1719–1748) písané vo veršoch, v hexametroch, v latinčine s názvom *O elektrickej sile* (*De vi electrica*) z roku 1746.[59] Toto dielo sa skladá z troch častí. Prvá sa zaoberá vlastnou elektrinou, vzniknutou trením, čiže izolátormi, druhá odovzdanou elektrinou, čiže vodičmi, tretia svetlom a ohňom elektrických telies. Tu zhrnul všetko, čo sa dalo vedieť o elektrine v tej dobe. Pritom odlišuje magnetizmus od elektriny, lebo magnetizmus priťahuje iba železo. Znázorňuje aj experimenty. Piarista Alexis Horányi SchP vydal v Ríme v roku 1756 dielo o elektrine s názvom *O umelom elektricizme z teórie Benjamina Franklina*.[60] Veľa čerpal aj z diela talianskeho piaristu Jána Krstiteľa Beccariu SchP (1716–1781), ktorý sa podrobne zaoberal elektrinou a viedol korešpondenciu s Benjaminom Franklinom.[61] Beccaria však chcel všetko v prírode vysvetliť z elektriny, aj zemetrasenie aj vznik víchrice, čo bolo prehnané. Práce Purginu a Horányiho neboli originálne, ale dali podnety k experimentálnej fyzike. Horányi prevzal od Beccariu rozlišovanie elektriny na pozitívnu a negatívnu,[62] čo zostalo doteraz ako kladný a záporný náboj. Krúzi zrejme náuku o elektrine vo svojej *Fyzike* takmer

---

58 Napríklad Albert Veľký vo svojom diele *De Mineralibus* vysvetľuje, že cieľom prírodnej vedy nie je „prijímať tvrdenia iných, teda to, čo hovoria ľudia, ale preskúmať príčiny, ktoré pôsobia v prírode". Pozri James Walsh, *The Popes and Science*, New York: Fordham University Press, 1911, s. 297.

59 Antonio Purgstall (Ján Purgine), *De vi electrica*, Tyrnaviae: Typis Academicis Societatis Jesu, 1746.

60 Alexis Horányi, *Ex physica selectas propositiones publice disputandas exhibet Alexius Horanyi… accedit tractatio De artificiali electricismo ex Beniamini Franklini theoria quam expolivit, confirmavit, auxitque Joannes Baptista Beccaria*, Romae: Ex typographia S. Michaelis per Octavium Pucinelli, 1756.

61 Ján Krstiteľ Beccaria po vstupe k piaristom vyučoval v Narni a Ríme humanitné predmety, matematiku, fyziku. Obzvlášť sa zaujímal o elektrinu, publikoval viacero diel z týchto oblastí. Porov. Gerhard-Multhaupt, *Biographies of Contributors to the Early Investigation of Electrical Phenomena*, s. 109–110.

62 Porov. Zemplénová, *Dejiny fyziky na Slovensku do polovice 19. storočia*, s. 408–415; Miroslav Tibor Morovics – Andrej Šperka, „Počiatky vedeckého záujmu o elektrické javy v Uhorsku," in *XXIV. Zborník dejín fyziky, MESDEF 2006, 13. Medzinárodný seminár dejín fyziky, Košice, 21. 9. – 23. 9. 2006*, eds. Miroslav Tibor Morovics – Ingrid Hympánová, Bratislava: Slovenská spoločnosť pre dejiny vied a techniky, Bratislava v spolupráci s Odbornou skupinou dejín a metodológie fyziky SFS, Historickým ústavom SAV, oddelením dejín vied a techniky a Jednotou slovenských matematikov a fyzikov, 2007, s. 49–67.

doslovne, ale v skrátenej verzii, prevzal od piaristu Floriána Dalhama SchP (1713–1795) z jeho diela vydaného v roku 1756.[63] Preto stačí si všimnúť najmä náuku o elektrine v Uhorsku a okolí do roku 1756. Dalham Franklina vo svojej učebnici z roku 1756 ešte nespomínal, ani Krúzi vo svojom rukopise *Fyziky*. Zaujímavú knihu o atmosférickej elektrine vydal Matej Bučáni (1731–1796, rodák zo Zvolena, ktorý zomrel v Hamburgu) v roku 1757 v Göttingene. Jej autorom bol on alebo doktorand, ktorého viedol, prípadne ju napísali v spoluautorstve. Vysvetľuje tam hlavne hromy a blesky a sú v nej aj vlastné názory, celkom moderné. Pri hrmení koľko zvukov počujeme, toľko je výbojov. Blesk je výboj medzi izolátorom a vodičom.[64]

Vďaka analýze Krúziho *Fyziky* – najmä jeho časti o elektrických a magnetických javoch – vidíme, ako konkrétne táto výučba prebiehala v praxi na piaristických kolégiách a fakultách. Krúzi čerpal podklady na vyučovanie z najnovších poznatkov a výskumov, ku ktorým sa dostal; často pritom siahal po dielach vedcov, ktorí boli priamo jeho súčasníkmi: spomína van Musschenbroeka († 1761), 's Gravesandeho († 1742), Charlesa Du Faya († 1739), Prokopa Diviša († 1765), Johanna Wincklera († 1770) či Williama Watsona († 1787).

Spôsob a náplň výučby fyziky na jezuitských školách vieme posúdiť na základe učebnice Pavla Makóa. Jezuita Pavol Makó (1724–1793), matematik, filozof a fyzik Bošković ovej školy,[65] bol Krúziho súčasníkom. Aj Makó je autorom veľmi hodnotnej a bohatej učebnice fyziky s názvom *Náuky z fyziky, ktoré pre potreby poslucháčov napísal…* (1766). O elektrine

---

63 Florián Dalham, *Institutiones Physicae*, II., Viennae: Typis Joannis Thomae Trattner, 1753, sectio I, praelectio VII, § 61, sectio II, praelectio I, § 355, sectio II, praelectio XV, § 536–546. Florián Dalham sa narodil vo Viedni a vstúpil k piaristom v Lipníku nad Bečvou. Vyučoval najprv žiakov na piaristických gymnáziách, potom filozofiu v Litomyšli a v Kremsi, vo Viedni učil fyziku, matematiku a psychológiu. Potom pracoval na generaláte v Ríme, neskôr znova učil vo Viedni, bol rektorom kolégia, potom učil teológiu v Gráci a v Salzburgu robil knihovníka a poradcu arcibiskupa. Napísal viacero diel z filozofie, teológie, fyziky. Porov. Thomas Viñas, „Florianus Dalham a S. Theresia," in *Index Bio-Bibliographicus CC. RR. PP. Matris Dei Scholarum Piarum, Vol. III*, Romae: Typographia Polyglotta Vaticana, 1911, s. 199–202.

64 Porov. Matej Bučáni, *Dissertationes physicae de fulgure et tonitru ex phaenomenis electricis pars prior*, Göttingen: Schulz, 1757; Zemplénová, *Dejiny fyziky na Slovensku do polovice 19. storočia*, s. 415–417.

65 Jezuita Rudjer Josip Bošković (1711–1787) bol chorvátsky fyzik, učenec a vedec, ktorý býva pre pestrosť svojich záujmov nazývaný aj „jedným z posledných polyhistorov". Gerhard-Multhaupt, *Biographies of Contributors to the Early Investigation of Electrical Phenomena*, s. 105.

píše dosť podrobne,[66] najprv o pokusoch s elektrinou a potom o elektrine v atmosfére, čiže o búrkach a bleskoch. Telesá, ktoré ľahko vytvoria elektrinu, nazýva ako symperielektrické, ktorá nevedú elektrinu, ako idioelektrické, ako to bolo bežné v jeho dobe. Elektrinu chápe ako statickú, ktorá vychádza z elektrických výparov. Častejšie spomína aj piaristu Jána Krstiteľa Beccariu (1716–1781), aj pri vysvetľovaní bleskov. Blesk určuje celkom správne ako elektrický výboj (*electricus torrens*) z jedného oblaku na druhý alebo z oblaku na zem.

Práve z tejto učebnice sa vyučovalo na fakultách a kolégiách, ktoré mali pod správou jezuiti.[67] Ako verný Bošković ovov žiak preberá od tohto chorvátskeho učenca väčšinu svojej fyziky.

Na jezuitských školách sa v tomto období používa aj iná učebnica fyziky. Jej autorom je chorvátsky jezuita Anton Radić (1726–1773), ktorý tiež vychádza z Bošković ovej školy,[68] no bol aj „autorom učebníc fyziky, v ktorých zastával Newtonove názory na korpuskulárny pôvod svetla… Pri opise elektrických javov preukázal dobrú znalosť vtedajších teoretických a experimentálnych výsledkov. Jeho učebnice medzi prvými oboznamujú s Franklinovými výskumami atmosférickej elektriny."[69] Ďalším významným autorom učebnice fyziky je ďalší Krúziho súčasník, konkrétne Ján Krstiteľ Horváth (1732–1799/1800). Horváth „bol prvý, ktorý počas viacerých rokov nepretržite pôsobil v Trnave ako profesor fyziky" a „súčasne bol na Slovensku prvým skutočným fyzikom na katedre".[70] Makó aj Horváth o elektrine a magnetizme učia podobne ako Krúzi. Ako hovorí Zemplénová, aj to „je svedectvo vážneho pokroku", lebo v starších „učebniciach bola reč o elektrine v časti o kameňoch…

---

66 Pavol Makó, *Compendiaria Physicae Institutio, qvam in vsvm Avditorvm Philosophiae Elvcvbrates, Pars II*, Vindobonae: Typis Joannis Thomae de Trattnern, 1766, sectio I, caput XIX–XX.

67 Makó po rozpustení jezuitov (1773) ďalej pôsobil v akademickom prostredí. Po presťahovaní univerzity z Trnavy do Budína (1777) ho panovníčka Mária Terézia menovala za dekana filozofickej fakulty a profesora matematiky. V Budíne (neskôr v Pešti) potom pôsobil až do svojej smrti. János Rathmann, „Pál Makó ako predstaviteľ nových ideí v matematike a logike (K výročiu založenia Trnavskej univerzity)," *Filozofia* 66 (2011): 1003–1012.

68 Anton Radić, *Introductio in Philosophiam Naturalem Theoriae P. Rogerii Boscovich*, Buda: Landerer, 1765; Anton Radić, *Institutiones physicae in usum discipulorum conscriptae*, P. 1–2, Pestini: Typ. Eitzenberger, Budae: Typ. Landerer, 1766.

69 Július Slaný, „Radič, Anton, SJ," in *Lexikón katolíckych kňazských osobností Slovenska*, ed. Július Pašteka, Bratislava: Lúč, 2000, s. 1133–1134.

70 Zemplénová, *Dejiny fyziky na Slovensku do polovice 19. storočia*, s. 226.

Pokrok aj preto, lebo Radić i Makó už poznajú leydenskú fľašu, Franklinovu teóriu, bleskozvod. Najmä u P. Makóa vidieť, ako táto nová, búrlivo sa rozvíjajúca časť fyziky vzbudzuje pozornosť."[71] Aj títo dvaja autori riešia otázku, v akom vzťahu je oheň a elektrina. A podobne ako Krúzi dochádzajú k záveru, že s jednoduchým ohňom nemôže byť totožná. Tieto učebnice zároveň „ohnivý meteor správne vysvetľujú ako elektrický jav".[72] Makó aj Horváth podobne ako neskôr Krúzi píšu, že blesk vzniká vznietením síry.[73] Horváth spomína, že Beccaria skúmal blesky aj pomocou drakov z papiera, na ktoré pripevnil kúsok železa.[74] V roku 1770 – teda krátko pred Krúziho *Fyzikou* – vydáva Horváth na Trnavskej univerzite svoju *Physica particularis*.[75] Ďalší výskum v tejto oblasti by mohol porovnať tieto knihy a ich obsah a na základe nich vyvodiť ďalšie fakty o vyučovaní fyziky v tomto období.

Piarista Eduard Corsini (1702–1765) zahrňuje elektrinu a magnetizmus ešte medzi prejavy sympatie a antipatie,[76] čo Krúzi už zamietal. Piarista Jaroslav Kapeller (1705–1759) spomína elektrinu ako viskózne výpary z jantáru. Magnetickú silu vysvetľuje ako pôsobenie tekutiny vypudenej magnetom, ktorá vytvorí impulz vo vzduchu šíriaci sa v kruhoch z magnetu.[77] Piarista Florián Dalham učí vo svojej učebnici fyziky

---

71 Tamtiež.

72 Tamtiež.

73 „… fulmen vapores sulfureos secum ex atmosphaera rapiens amburit…" Mako, *Compendiaria Physicae Institutio*, Pars II, sectio I, caput XX, Nr. 122. „… fulmen vapores sulphureos ex atmosphaera secum rapiens, non raro amburit…" Ján Krstiteľ Horváth, *Physica Particularis auditoribus usum accomodata*, Tyrnaviae: Typis Collegii Academici Soc. Jesu, 1770, diss. III, caput IV, § 2, Nr. 251.

74 Horváth, *Physica Particularis*, diss. III, caput IV, § 1, Nr. 247.

75 O úspechu tejto Horváthovej učebnice hovorí i to, že v roku 1783 bola publikovaná aj v Benátkach. Jo. Bapt. Horváth, *Physica Particularis auditoribus usum accomodata*, Venetiis: Antonius Zatta, 1782.

76 Sympatiu určuje ako priateľstvo alebo súhlas medzi vecami, antipatiu ako nesúhlas medzi vecami. Porov. Eduard Corsini, *Institutiones Philosophiae ad usum Scholarum Piarum: Tomus Secundus, Physica Generalis*, Venetiis: Ex Typographia Balleoniana, 1743, tractatus IV, caput VI, II. Eduard Corsini vstúpil k piaristom a študoval vo Florencii. V rokoch 1754–1760 bol generálny predstaveným piaristov. Veľa rokov vyučoval filozofiu vo Florencii a Pise. Napísal veľa diel z filozofie, matematiky, fyziky, histórie. Jeho systém bol eklektický, čerpal aj z Newtona, Leibniza, Wolffa. Porov. Gregorio Piaia, „General Histories of Philosophy in Italy in Late Seventeenth and Early Eighteenth Century," in *Models of the History of Philosphy. Volume II: From the Cartesian Age to Brucker*, eds. Gregorio Piaia – Giovanni Santinello, Dordrecht: Springer, 2011, s. 292–300.

77 Porov. Jaroslav Kapeller, *Philosophia Historico-Dogmatica*, Pars II, [Posonii: Typis Royarianis, 1746], pars III, De Fossilibus, s. 60, 63–65. Jaroslav Kapeller sa narodil

z roku 1753 o elektrine to isté, čo Krúzi, len trochu podrobnejšie. O magnetizme však nemá osobitnú kapitolu a spomína ho iba príležitostne.[78] V zložení základov telies jezuita Horváth zastáva Boškovićovo chápanie telies, ako zložené z jednoduchých, nerozpriestranených častí, ktoré označuje ako materiálne body.[79] Náuku Boškovića o zložení telies prijali mnohí jezuiti v 18. storočí.[80] Dalham podobne ako Krúzi prijíma Newtonovské chápanie zloženia telies zo základných elementov, ktoré sú pevné, materiálne, nepreniknuteľné, pohyblivé.[81] Výučba experimentálnej fyziky sa na území Slovenska rozbiehala postupne. Možno sa o tom presvedčiť na príklade piaristického gymnázia v Ružomberku. *Ratio educationis* z roku 1777 predpisoval zriadenie školských knižníc a zbierok pomôcok pre prírodné vedy aj na gymnáziách a akadémiách.[82] František Berchtold (1730–1793), ktorý bol od vysvätenia za prvého banskobystrického biskupa v roku 1776 v rokoch 1776–1785 aj kráľovským riaditeľom všetkých škôl na území banskobystrického dištriktu,[83] čo zodpovedá strednému Slovensku, vyzýval k zadováženiu kníh, zriadeniu knižnice a pomôcok pre prírodné vedy v piaristickom kláštore v Ružomberku, čo sa postupne aj uskutočňovalo.[84]

---

v rakúskom Horne a vstúpil k piaristom. Učil filozofiu v Litomyšli, teológiu v Györi, filozofiu a teológiu vo Viedni. Napísal viacero diel z fyziky, filozofie a teológie, aj divadelné hry. Porov. Thomas Viñas, „Jaroslaus Leopoldus Kapeller a S. Alexio," in *Index Bio-Bibliographicus CC. RR. PP. Matris Dei Scholarum Piarum, Vol. III*, Romae: Typographia Polyglotta Vaticana, 1911, s. 264–266.

78 Porov. Dalham, *Institutiones Physicae*, II, sectio I, praelectio VII, § 61, sectio II, praelectio I, § 355, sectio II, praelectio XV, § 536–546.

79 Ján Krstiteľ Horváth, *Physica Generalis, quam in usum auditoriae conscripsit*, Tyrnaviae: Typis Collegii Academici Soc. Jesu, 1770, cap. I, § 1, Nr. 18–33.

80 Gunter Lind, *Physik im Lehrbuch 1700–1850*, Berlín: Springer-Verlag, 1992, s. 253–257.

81 Porov. Dalham, *Institutiones Physicae*, II, sectio I, praelectio I, § 4, § 6.

82 *Ratio educationis 1777 a 1806*, § 194–195, s. 186–187.

83 Porov. Anna Koniarová, *Dejiny banskobystrickej diecézy v 19. a 20. storočí*, Badín: Kňazský seminár sv. Františka Xaverského, 2002, s. 56.

84 Pozri listy biskupa Františka Berchtolda prefektovi, čiže riaditeľovi gymnázia v Ružomberku Edmundovi Vavríkovi SchP (1712–1798) zo 6. 7. 1780, s. 66, zo 7. 6. 1781, s. 80–81. V odpovedi biskupovi Vavrík najprv spomína, že sa o to bude usilovať (list z 22. 7. 1780, s. 66). O rok neskôr už spomína, že v katalógu školských kníh majú 3 knihy a 2 glóbusy, ale žiadne pomôcky na experimentálnu fyziku, a žiadajú aj magnetickú ihlu (list z 22. 6. 1781, s. 84). O štyri roky neskôr už mali v školskej knižnici učebnice pre každý predmet na troch ročníkoch, aj pre prírodné vedy (s. 149).Tieto údaje sú prevzaté z archívnych prameňov. Porov. Štátny archív v Žiline so sídlom v Bytči, pracovisko Archív Liptovský Mikuláš, *Piaristi v Ružomberku, 1729–1922, Piaristické*

Záver

Vyučovanie fyziky v 18. storočí aj na našom území prešlo veľkými zmenami. Fyzika sa vyučovala úplne iným spôsobom v prvej tretine tohto storočia (keď tvorila len malú časť filozofického kurzu) a inak v poslednej tretine 18. storočia, keď sa na mnohých vyšších školách vyučovala ako samostatný predmet. Zmena prebehla aj v metóde vyučovania. Vďaka Descartovi, Newtonovi, Galileimu, Boskovićovi a ďalším bádateľom sa dospelo k novej paradigme prírodných vied: od vyučovania aristotelovskej prírodnej filozofie sa prešlo k vyučovaniu modernej fyziky, založenej na prísne experimentálnej vedeckej metóde. Na základe analýzy Krúziho *Fyziky*, konkrétne jej kapitol o elektrine a magnetizme, a porovnania s niektorými významnými učebnicami fyziky používanými najmä v strednej Európe, sme ukázali, že piaristické školy boli na pomerne vysokej úrovni, keďže vyučujúci v tomto období sledovali najnovšie výskumy a svojím študentom tlmočili aktuálne vedecké poznatky, ktoré sa snažili dať do súladu s katolíckou vierou. Postupne sa v nich tiež rozvíjalo budovanie knižníc a kabinetov s pomôckami.

The Concept of Electricity and Magnetism in Central Europe in the Eighteenth Century as Presented in Physics by Martin Krúzi

Keywords: Central Europe; Catholic Education; Electricity; Enlightenment; Magnetism; Piarists

Abstract: In the eighteenth century, many Piarists working in Central Europe also adopted the positive ideas of the Enlightenment. Martin of St. Urban Krúzi, SchP (1736–1801) was among them. The article examines the reception of Early Modern natural sciences in the eighteenth century in today's Slovakia and neighbouring regions through the lens of electricity and magnetism as understood by Martin Krúzi and other Piarists and Jesuits in Hungary and beyond. Building on previous research on Krúzi's views, this study focuses for the first time on his interpretation of experimental and theoretical knowledge about electricity and magnetism. An analysis of his manuscript "Physics" reveals how Krúzi, shaped by the educational and theological framework of the Piarist Order as well as by the modern knowledge of his time, interpreted these phenomena. A comparison with contemporary approaches in the wider Central European region reveals similarities in the

---

gymnázium, škatuľa 19, Protokol piaristického gymnázia (Protocollum Gymnasii Rosenbergensis Scholarum Piarum ab Anno 1776 ad 86), 1776–1787, zv. 1.

adoption of experimental science into the Catholic education curriculum. The article aims to shed light on the emerging of modern physics from natural philosophy and its implementation into Catholic scholastic teaching in this region.

Prof. Dr. phil. fac. theol. Peter Volek
Katolícka univerzita v Ružomberku
Filozofická fakulta
Katedra filozofie
Hrabovská cesta 1B
034 01 Ružomberok
Slovenská republika
peter.volek@ku.sk

ThLic. Lukáš Vaník
Katolícka univerzita v Ružomberku
Teologická fakulta v Košiciach
Katedra filozofie a histórie
Hlavná 89
041 21 Košice
Slovenská republika
lukasvanik@gmail.com