

# Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

---

August Seydler

O zemském magnetismu. [II.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 2 (1873), No. 5, 249--265

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/123827>

## Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1873

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>

## O zemském magnetismu.

(Podává dr. Aug. Seydler.)

(Dokončení.)

Mimo uvedené již dílo uveřejnil *Gauss* s *W. Webrem* r. 1840 atlas zemského magnetismu, v němž podává mapy a tabulky pro magnetický potenciál  $V: R$ ; pro ideální rozdělení magnetismu na povrchu země, pro složky pravoúhelné  $X, Y, Z$  zemského magnetismu, pro celou intenzitu  $\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$ , pro její vodorovnou složku  $\sqrt{X^2 + Y^2}$ , pro deklinaci  $\delta$  a pro inklinaci  $i$ . Mapě pro ideální rozdělení magnetismu na povrchu země musíme takto rozuměti: rozdělení magnetismu v zemi může býti při stejném působení na povrch nekonečně rozmanité; mezi všelikými těmi způsoby rozdělení můžeme vyhledati též ten, při kterém veškerý magnetismus umístěn jest na povrchu země. Rozdělení takové nahraňuje nám co do účinku úplně skutečné, neznámé rozdělení v zemi, a sluje na rozdíl od tohoto ideální. Vyhledání jeho jest úlohou zcela určitou, připouštějící jen jedno rozřešení; a právě tohoto rozřešení výsledek podává nám výše naznačená mapa.

Uvedené mapy a tabulky sestrojeny jsou v Gaussově atlasu pouze na základě theorie; jich porovnání s mapami jinými, založenými na pouhém pozorování, jakéž nám poskytnuli *Hansteen*, *Duperrey*, *Erman* a jiní, bude tudíž nejlepším prostředkem přesvědčiti se o větší neb menší dokonalosti a obsáhlosti theorie vzhledem k empirickému materiálu. Porovnání takému položen zde za základ *Berghausův* fysikální atlas, jehož čtvrté oddělení obsahuje pět magnetických map od *Duperreye* a *Ermana*. Vzhledem k důležitějším křivkám svrchu (v. č. V. str. 213) uvedeným obdržíme tyto výsledky:

1. *Křivka bez odchylky* probíhá nejprv severním polem geografickým i magnetickým, umístěným v severní Americe na ostrově Boothia Felix \*), a procházejíc Kanadou a jezerem Huronským, vniká blíž Washingtonu do atlantického oceánu, jejíž protíná ve směru jihovýchodním, dotýkajíc se ostrova Portorika; vniká pak do jižní Ameriky při ústí Orinoka, překročuje delta řeky Maraňonu a vstupuje po druhé do atlantického oceánu blíže Rio de Janeiro. Na to prochází jižním polem magnetickým, pak též geografickým vstupujíc na východní polokouli. Zde běře se nejprv ve směru severozápadním skrze západní Australii, přes Javu, Sumatru a poloostrov Malakka, kde se obrací nejprv na sever, pak na severovýchod, a počíná opisovati ohromnou kličku přes Anam, na východ přes Filippiny, odtud na sever okolo Japonska a přes Ochocký záliv do Sibíře, kde se obrací na severozápad, na západ, a dostoupivši v  $125^{\circ}$  vých. Pař. délky největší sev. šířky  $69^{\circ}$ , na jihozápad i jih; vinouc se okolo jezera Baikalského Mongolskem, přibližuje se v Zadní Indii své dřívější poloze až na 80 mil, a opisujíc kolem Přední Indie velký téměř parabolický oblouk, obrací se opět na severozápad a pohybuje se přes východní cíp Arabie, Iran, Kaspické moře, Rusko a Laponsko ku severnímu polu. Křivka na základě Gaussovy theorie sestrojena jest na západní polokouli s předešlou křivkou téměř totožná; větší rozdíl jeví se na východní polokouli. Zde se totiž dělí křivka theoretická ve dvě části; jedna probíhá západní Australií a jde pak okolo Javy, Sumatry a Přední Indie přes východní Arabii a Kaspické jezero na sever; druhá část, která patrně nahrazuje onu kličku křivky empirické má uzavřený vejčitý tvar; probíhá skrz Filippiny, severní Japonsko, Sibíř, Mongolsko a Čínu; severní vrchol její leží v  $130^{\circ}$  vých. délky a  $62^{\circ}$  sev. šířky. Rozdíl ten zdá se ostatně býti podstatnější nežli v skutku jest. Rovník protíná naše křivky v těchto bodech:

---

\*) Mimoходом řečeno musí každá isogona procházeti oběma poly: *geografickým*, poněvadž zde jest směr geografického poledníka neurčitý, a *magnetickým*, poněvadž zde opět směr magnetky aneb magnetického poledníku jest neurčitý; neboť v magnetickém polu mizí vodorovná složka zemského magnetismu.

křivku empirickou v  $72^\circ$ ,  $84^\circ$ ,  $100^\circ$ ,  $304^\circ$  vých. délky,  
 křivku theoretickou v  $69^\circ$ , .. ...  $308^\circ$  „

V theoretické křivce chybí oba prostřední průřezy, jelikož vejčitý onen tvar, jenž jest aequivalentem kličky utvořené křivkou empirickou, až k rovníku nesahá (jižní vrchol jeho leží v  $125^\circ$  vých. d. a  $15^\circ$  sev. š.).

2. a) *Magnetický rovník* (v němž inklinace =  $0^\circ$ ) jest křivkou dvojí křivosti. Dle Duperreye protínal r. 1825 rovník geografický ve  $3^\circ$  vých. d., procházel střední Afrikou, dosáhl v Abyssinii největší sev. šířky  $13^\circ$ , načež vstoupil protnuv obě Indie a ostrov Celebes ve  $177^\circ$  vých. délky do jižní polokoule, kde procházel celým tichým oceánem a jižní Amerikou, dostoupiv v její východní části největší jižní šířky  $16^\circ$ , načež se opět geogr. rovníku blížil, až k němu opět na západním břehu Afriky v  $3^\circ$  vých. délky dospěl. Dle theorie jest průběh magnetického rovníku tentýž, vyjma malé odchylky, jež se jeví v poloze průseků s geogr. rovníkem: průseky ty leží totiž v  $7^\circ$  a  $170^\circ$  vých. délky, největší sev. šířka obnáší  $15^\circ$ , největší již. šířka  $16^\circ$ . Rozdíl ten jest ještě nepatrnější, považíme-li, že mapa Duperreyova a Gaussova nejsou zcela současné.

2. b) *Magnetické poly* (v nichž inklinace =  $90^\circ$ ) leží  
 sev. v.  $70^\circ$  sev. š.,  $259^\circ$  vých. d.  
 a již. v.  $76^\circ$  již. š.,  $135^\circ$  vých. d.

Severní pol nalezen jest přímo kapitánem *Rossem*, o poloze jižního soudí se z pozorování v okolních místech. Dle Gaussovy theorie mají ležeti

severní pol: v  $74^\circ$  sev. š.  $262^\circ$  vých. d.  
 jižní pol: v  $73^\circ$  již. š.  $150^\circ$  vých. d.

Co první přiblížení souhlasí hodnoty tyto dostatečně s předcházejícími.

3. a) *Křivka nejmenší intensity* (dynamický rovník), sestavená na základě Gaussovy theorie, vstupuje do záp. Afriky v  $7^\circ$  již. šířky, probíhá ji ve směru severovýchodním, a jde pak téměř rovnoběžně s rovníkem přes indické moře a tichý oceán, překročuje rovník na jih asi ve  $200^\circ$  vých. d., probíhá ve směru jihozápadním Ameriku a vzdaluje se v atlantickém oceánu až na  $20^\circ$  již. š. od rovníka. Průběh ten souhlasí v hlavních rysech s křivkou sestrojenou *Sabine-em.* (Duperrey nemá křivku tu na

své mapě; co on nazývá středním magnetickým rovníkem, má zcela jiný význam). Intenzita střídá se na křivce té od 0,809 až do 1,055 (co míra volena zde jednotka Humboldtova, viz č. V. str. 107).

3. b) *Body nejmenší intensity* musí se ovšem nalézati na předešlé křivce; dle Gausse jsou to body:

350° vých. d. 17° již. š. s intenzitou 0,809

179° " 5° " s intenzitou 0,930

Polohu bodu prvního určil *Ermann* dosti rozdílně; nalezl v 323° vých. d. a 20° již. š. intenzitu 0.706; zdali je poloha druhého bodu empiricky určena, nemohl jsem naléztí.

3. c) *Body největší intensity* jsou dle pozorování čtyry, a následující jich poloha a intenzita:

266° vých. d. 52° sev. š., int. = 1,878

116° " 60° " " = 1,74 (1,76)

135° " 64° již. š., " = 2,06

233° " 60° " " = 1,96

Bod první určil *Sabine a Lefroy*, bod druhý *Erman*, bod třetí na základě Rossových pozorování *Sabine*, poloha čtvrtého bodu určeného *Rossem*, jest velmi hypothetická, a i poloha třetího bodu dosti pochybná.

Porovnáme-li výsledky tyto a předešlé, vidíme, že jest poměr intensity největší a nejmenší asi 3:1. Gaussova theorie poskytuje nám jen tři body největší intensity:

259° vých. d., 55° sev. š., int. = 1,763

118° vých. d., 71° sev. š., int. = 1,692

158° vých. d., 70° již. š., int. = 2,260.

Oba severní body souhlasí dostatečně; jižní bod liší se co jednotlivě polohou svou značně od obou bodů empiricky určených.

Celstvý výsledek tohoto porovnání jest, že sice Gaussova theorie úkazům dostatečně vyhovuje, že však nutno mnohem lépe určití součinitele ve všeobecných výrazech pro jednotlivé veličiny magnetické (Gaussem nazvané *elementy zemského magnetismu*), aby theorie a pozorování úplně se shodovaly.

#### IV. Časové proměny zjevů magnetických.

Mathematický rozbor úkazů zemského magnetismu byl by Gaussovou teorií zakončen, kdyby úkazy ty byly pouhými úkony

prostoru, i nezbyvalo by, jak už řečeno, leč uvéstí theorii vypočítáním náležitého množství příslušných součinitelův v úplný souhlas se skutečností. Avšak magnetické veličiny jsou i časem proměnlivé, a nastává nám druhá a to obtížnější úloha, určití je co úkony času. Úloha tato jest posud velmi nedokonale řešena; vedle Gaussovy theorie, která jest jakoby z ječné litiny, spatřujeme rozptýlené, empiricky nalezené, pro rozličné části země jinak a jinak znějící věty o závislosti magnetických úkazů na čase. Co do času mění se úkazy magnetické jednak *postupně*, jednak *periodicky*; zřetel badatelů obrací se nyní zejména k posledním proměnám. Takových period proniká se v jednotlivém úkaze více, a jsou k tomu často ještě zakryty proměnami postupnými; tak by na př. měla magnetka následkem denní periody vrátit se v určitou hodinu do polohy, kterou zaujímal v tutéž hodinu v den předcházející; leč jiné periody zamezují částečně návrat ten, a magnetka se během dne k své včerejší poloze pouze přiblíží.

Z toho vidíme, kterak důležité, abychom mohli jednotlivé periody od sebe oddělití a taktó osamotněné blíže vyšetřiti. Děje se to následujícím způsobem. Délka periody rozdělí se na stejné části (ku př. den na 24 hodiny) a pozoruje se veličina, kterou chceme vyšetřiti, na př. deklinace ke konci každé té části; pak se vezme co možná velký počet takových pozorování (na př. celý ročník) a utvoří se průměrná čísla všech *soudobných* pozorování. Ony příčiny, které mají jinou než právě vyšetřovanou periodu, mění následkem toho pozorovanou veličinu jednou ve směru kladném, jednou ve směru záporném, a proměny ty se tudíž alespoň z větší části v průměru ruší, kdežto zbývající periodická proměna se stále tímž způsobem opakuje a tudíž i ve výsledku objeví. K mathematickému vyjádření period hodí se velmi dobře trigonometrické funkce; často užívá se se zvláštním prospěchem následující empirický vzorec:

$$u = a \sin \left( 2\pi \frac{t}{T} + \alpha \right) + b \sin \left( 4\pi \frac{t}{T} + \beta \right) + \dots$$

$T$  jest zde délka periody,  $t$  libovolný čas;  $a$ ,  $\alpha$ ,  $b$ ,  $\beta$ , stálé součinitelé, jichž hodnotu určíme na základě většho počtu pozorovaných veličin obyčejně methodou nejmenších čtverců. Určíme-li

takto úkon  $u$  pro delší řadu po sobě jdoucích period, shledáme často, že veličiny  $a, b, \dots \alpha, \beta, \dots$  nejsou stejné, nýbrž opět časem proměnlivé a to nezřídka *periodicky* proměnlivé. S veličinami  $a, b, \dots \alpha, \beta, \dots$  můžeme pak podobným jako dříve způsobem naložiti, čímž obdržíme periodu vyššího stupně, která v sobě periodu prvotní zahrnuje. Tak jeví se v periodické variaci denní obyčejně též vyšší perioda roční.

Naskytuje se ještě otázka, dle čeho poznáme periodu nějakou. Značnější a kratší periody, ku př. denní variace prozrazují se obyčejně samy sebou; na periody skrytější a delší dlužno souditi z úvah theoretických. Obyčejně jsou to doby, v nichž se jiný, nám již velmi dobře známý úkaz též periodicky opakuje, na př. rok. Z toho patrno, že na př. měsíc (co 12. část roku) sotva as bude periodou pro úkazy magnetické, poněvadž žádné jiné úkazy nemají tuto periodu. Periodu rotace sluneční (v. níže) lze naznačiti co vzor periody velmi skryté, k jejímuž nalezení bylo nutno vyjítí od theoretické úvahy.

Obraťme se po tomto všeobecném přehledu k důležitějším periodám při úkazech zemského magnetismu.

1. *Denní perioda.* Nejlépe seznáme periodu tu z následujícího přehledu, obsahujícího průměry všech denních pozorování v r. 1870 v Praze pro uvedené hodiny:

	6 hod. ráno	10 hod. dop.	2 hod. odp.	6 hod. večer	10. hod. večer
Dekl.	11° 57',36	12° 0',41	12° 8',08	12° 1',80	11° 59',42
Inkl.	65 13,80	65 14,20	65 14,06	65 13,84	65 13,79
Inten.	4,6218	4,6150	4,6187	4,6226	4,6229

My vidíme, že nyní u nás (v Evropě) deklinace od východu slunce až do 1—2 hod. s poledne roste, to jest že se magnetka stále na západ pohybuje; k 10. hodině večerní vrací se do své polohy ranní, tak že pohyb přes noc až do 6. hodiny ranní jest jen nepatrný. Zákon ten osvědčil se pro celou severní polokouli a platí i pro jižní polokouli s tím toliko rozdílem, že se na této děje dopolední pohyb ve směru východním. Zajímavý jest způsob, jakým *Duperrey* úkaz ten vysvětluje. Když ráno vychází slunce, otepluje část země ležící východně od pozorovatele, čímž se intenzita magnetická této části zmenší.

Následkem toho ohýbá se isodynamická křivka, procházející stanoviskem pozorovatele, vzdalujíc se od rovníku buď na sever neb na jih dle toho, nalézá-li se pozorovatel na severní neb jižní polokouli. Magnetka, která vždy stojí kolmě na křivce isodynamické, musí se tudíž dopoledne pohybovati na severní polokouli na západ, na jižní na východ. Rovněž vysvětluje se oteplením západní (vzhledem k pozorovateli) polokoule návrat magnetky v její ranní polohu.

Zákon denního periodického pohybu magnetky ztrácí svou platnost v zemích polárních, kde vodorovná složka intenzity magnetické způsobující jediné deklinaci, jest velmi malá, a při rovníku, kde pohyb jest vůbec velmi malý a střídavý.

Denní pohyb v inklinaci jest daleko menší a tudíž i daleko obtížnější, určití periodicitu jeho. Z uvedených čísel lze souditi, že má inklinace maximum o 10. hod. dop. a minimum o 10. hod. večerní; přes noc (od 10. hod. večer do 6. hod. ráno) mění se inklinace velmi málo. Tentýž zákon vyslovil i *Kupffer*, podotýkáže zároveň, že minimum jest mnohem nestálější, anož se dostavuje často již o 5. hod. odpol. Tentýž zákon platí též pro Mnichov, Paříž a jiná evropská města; jak se však jinde, zejména pro jižní polokouli musí změnit, není posud dostatečně známo.

Intenzita jeví u nás u porovnání s inklinací opačný zákon; má totiž maximum o 10. hod. večer a minimum o 10. hodině ráno. I zde jest až posud dílem materiál samý, dílem spracování jeho nedostatečné.

2. *Perioda roční* co druhá důležitá perioda jeví se dílem v denních neb měsíčních průměrech co perioda jednoduchá, dílem v periodě denní t. j. v příslušných součinitelích co perioda vyššího stupně. Perioda první jest však velmi skrytá následkem postupné (sekulární) proměny magnetických veličin; pouze v deklinaci jest poněkud značnější. Zdá se, že má příčinu svou v postavení slunce vzhledem k zemi.

Dle *Cassini-ho* roste západní odchylka v Evropě od ledna až k dubnu, ubývá jí od dubna až k červenci, a přibývá opět, rychleji do října, pomaleji do ledna. *Arago* shledal, že lze na základě pozorování vykonaných v Paříži a v Salemu (ve Spojených Státech) vysloviti následující věty, v kterých se jeví závislost roční periodické změny od proměn sekulárních:



- a) Roste-li postupně (sekulárně, každým rokem) západní odchylka magnetky, tož nastává každý rok mezi dubnem a červencem pohyb opačný;
- b) pohyb tento jest tím větší, čím větší jest roční proměna odchylky; jestli-že dostoupila západní odchylka svého maxima, jest-liže tedy roční její proměna zmizí, zmizí též onen pohyb opačný; podobně zmizí i v tom případě, kdy se odchylka stále zmenšuje, kdy se magnetka vrací do poledníka.

Mohli bychom si ukaz ten znázorniti přílivem, kde vlna dostoupivší až k břehu opět se vrací, načež druhá opět ku předu a to o něco více než první postoupí.

Druhá roční perioda týká se denních proměn. Dle čísel dříve uvedených byl rozdíl mezi největší a nejmenší deklinací v témž dni po celý rok 1870 průměrně 10',72; tato at tak díme amplituda denních proměn není však po celý rok stejná; obnášela v tomtéž roce

v lednu	6',05	v květnu	15',40	v září	11',31
v únoru	6',73	v červnu	15',17	v říjnu	9',07
v březnu	11',30	v červenci	15',58	v listopadu	8',12
v dubnu	14',37	v srpnu	14',64	v prosinci	6',58

Z uvedených čísel vidíme, že jest zmíněná amplituda proměnlivá, a perioda její souhlasí nápadně s periodou roční teploty.

To se dá velmi dobře srovnati s výkladem Duperrey-ovým o příčině denních proměn deklinace; neboť čím větší rozdíly v denní teplotě, tím větší musí též býti ony proměny.

Není pochyby, že se podobná perioda jeví i při inklinaci a intenzitě; jest však daleko menší a ještě málo proskoumána.

3. *Perioda měsíční.* Měsíc kalendářský jest ovšem založen na pohybu luny, avšak přispůsoben délce roku a délka jeho tudíž vlastně libovolná; nemůžeme tedy, jak již řečeno, měsíční periodu v tomto smyslu v úkazech magnetických očekávati. Avšak perioda o něco kratší, vyměřená dobou oběhu měsíce kolem země, tedy as 28'5 dne dlouhá, byla skutečně *Kreilem* nalezena. \*)

\*) *Kreil*, Einfluss des Mondes auf die magnetische Declination zu Prag in den Jahren 1839--1849.

On totiž shledal, že jeví během jedné takové periody deklinace dvojí maximum a dvojí minimum.

4. *Jedenáctiletá perioda.* Neunavný pozorovatel skvrn slunečních *Schwabe* nalezl na základě pozorování z roku 1826—30 jedenáctiletou periodu v množství oněch skvrn. Podobnou periodu nalezl r. 1851 *Lamont* ve velikosti denního pohybu magnetky. Po něm obírali se touto periodou *Gautier*, *Sabine*, zvláště pak *Wolf* \*), jenž ji určil na  $11\frac{1}{9}$  let. Shledal, že nastává maximum počtu skvrn a maximum denního pohybu magnetky, a rovněž tak minimum, vždy současně. I anomalie jednoho úkazu objevují se při úkazu druhém, jak vidíme z této tabulky:

m a x i m u m		m i n i m u m	
skvrn	mag. proměn	skvrn	mag. proměn
1816·8	1817·5	1823·2	1823·8
1829·5	1829·7	1833·8	· . . .
1837·2	1837·7	1844·0	1844·2
1848·6	1848·9	1856·2	1856·3
1860·2	1860·0		

Na základě tohoto souhlasu vyslovuje *Wolf* mínění, že mezi oběma zjevy panuje příčinný svazek takový, že se na obou může odměřiti intensita společné příčiny jako na dvou rozdílných stupnicích.

5. *Perioda rotace sluneční.* Již z předešlého patrně, že jsou velké proměny na povrchu slunce spojeny se současnými proměnami ve směru a síle zemského magnetismu. Ony proměny na povrchu slunce dějí se *po sobě* během 11-leté periody; ale nalézáme je též *vedle sebe*, přihlížíme-li k rozličným částem povrchu slunce. Jelikož pak všechny části ty během jedné sluneční rotace k zemi obráceny jsou, objeví se nám snad též tato perioda v úkazech magnetických. Tato úvaha přiměla ředitele pražské hvězdárny, p. dr. *K. Hornsteina* k tomu, aby některé

\*) *Wolf*: Über die elfjährige Periode in den Sonnenflecken und erdmagnetischen Variationen, Poggendorfs' Ann. CXVII.

řady pozorování, především deklinaci v r. 1870 vzhledem k oné periodě proskoumal\*). V tomto případě byla úloha poněkud obtížnější, poněvadž doba otáčení se slunce kolem své osy není posud přesně určena. Hornstein položil si proto opačnou úlohu: z dané periody t. j. z dané řady periodicky postupujících čísel určití délku její. Pravdě nejpodobnější hodnota této délky, obdržená pomocí deklinace a inklinace v Praze a deklinace ve Vídni obnáší 26.33 dny co výsledek prvního pokusu určití dobu oběhu slunce kolem své osy pomocí magnetky. Číslo 26.33 dní značí *synodický* oběh slunce, t. j. dobu, po jejímž uplynutí zaujímá slunce své dřívější postavení vzhledem k zemi. Pravý t. j. siderický oběh slunce kolem své osy trvá, na základě onoho čísla, 24.55 dní, což téměř úplně souhlasí s číslem obdrženým pozorováním skvrn v pásmu aequatoriálním slunce (24.54 dní). —

Tím byla by řada důležitějších periodických proměn ukončena; zbývá ještě promluvití o *sekulárních proměnách*, o nichž posud není rozhodnuto, jsou-li též periodické neb ne. Až posud dějí se proměny ty postupně. Deklinace byla v XVI. stol. východní vracela se pak ponenáhlu k 0°, kterouž dostihla ke konci XVII. stol., načež byla západní a rostla stále až na začátek tohoto století; nyní jí opět ubývá. To nejlépe vidíme z následujícího přehledu pozorování Pařížských:

roku 1580 dekl. 11° 30' vých.	roku 1805 dekl. 22° 5' záp.
" 1618 " 8° 00' "	" 1814 " 22° 34' "
" 1663 " 0° 00' "	" 1835 " 22° 4' "
" 1700 " 8° 10' "	" 1851 " 20° 25' "
" 1780 " 19° 25' "	

R. 1580 měla východní deklinace maximum, r. 1663 změnila se v západní, a r. 1814 dospěla do maxima záp. odchylky.

*Inklinace* mění se mnohem pomaleji než deklinace, a stále jí ubývá, jak z následující tabulky patrno:

roku 1661 inkl. 75° 00'	roku 1820 inkl. 68° 20'
" 1758 " 72° 15'	" 1835 " 67° 24'
" 1805 " 69° 12'	" 1851 " 68° 35'

\*) C. Hornstein: Über die Abhängigkeit des Erdmagnetismus von der Rotation der Sonne; Sitzb. der k. Ak. der Wissensch. II. Abth. 1871.

*Intensita* mění se zajisté též zároveň s těmi příčinami, jež mají za následek sekulární proměnu v deklinaci. Avšak doba, v které se pěstuje pozorování intensity, jest příliš krátká, než abychom proměnu tu tak podrobně znali, jako při deklinaci. V první polovici tohoto století vzrůstala intensita v Evropě, nyní opět ubývá, jakož i ostatní magnetické souřadnice. To vidíme na př. v následujícím přehledu veličin těch v Praze pozorovaných, průměrných to hodnot pro uvedené roky:

	r. 1869	r. 1870	r. 1871
Deklinace	12° 7',73	12° 0',91	11° 54',20
Inklinace	65° 19',12	65° 13',92	65° 12',46
Intensita	4,6311	4,6206	4,6193

Velmi dobře lze sekulární proměny studovati na mapách magnetických. Tak vidíme na př., že v XVII. a XVIII. století isogony v celku stále na západ se pohybovaly, při čemž se však též tvar jejich neustále měnil.

Ještě se musím několika slovy zmíniti o *magnetických potřzkách* čili *perturbacích*. V některých dnech pozoruje se velmi velký a nepravidelný pohyb magnetek ve variačních strojích. Během několika minut promění se na př. deklinace často o  $\frac{1}{2}^{\circ}$  kdežto obyčejná proměna od rána až do 2 hodin odp. 8'—10' obnáší.\* Tak pozoroval *Farquharson* 24. března roku 1830 v Aberdeenshiru (ve spojených státech)

- o 9 hod. 5 min. pohyb o 32' na západ
- o 9 „ 10 „ „ 25' na východ
- o 9 „ 15 „ „ 34' na západ

Současně pozoroval skvělou *severní záři*. Obyčejně pozorují se takové potřzky tehdy, kdy se objevuje zároveň severní záře; zdá se, že oba tyto zjevy jsou jen různými stránkami téže základní příčiny, t. j. porušení magnetické neb elektrické rovnováhy v zemi. Pozoruhodné jest, že se 11-letá perioda skvrn slunečních jeví též v těchto potřzkách; v době maxima oněch skvrn opakují se též magnetické perturbace i polární záře častěji. K této souvislosti mezi počtem skvrn slunečních a polárních září poukázal *Loomis* r. 1865 ve výr. zprávách Smithsonského ústavu.

Jiný důležitý zákon objevený v magn. potrzkách jest ten, že nastávají po celé zemi téměř současně; ano celý průběh proměn magnetických jest na rozličných místech země podobný, s tím toliko rozdílem, že absolutní hodnota proměn těch jest tím větší, čím větší jest zeměpisná šířka stanoviška pozorovatele a že jest směr čili znamení jejich opačné pro pozorovatele umístěné na jižní polokouli.

Zákon ten nalezen na základě současných pozorování zavedených *Gaussem* od r. 1834 a provedených na velmi četných stanicích v určité dny od 5 do 5 minut.

Též při zemětřesení a při vulkanických erupcích jeví se značný pohyb magnetek; tak na př. pozoroval *Bernouilli*, že se inklinace změnila r. 1767 při zemětřesení o  $\frac{1}{2}^\circ$ , a *De la Torre* pozoroval při výbuchu Vesuvu, že se měnila deklinace o několik stupňů.

#### V. Pokusy o vysvětlení zemského magnetismu. — Hypothesa Zöllnerova.

Posud přihlíželi jsme při úkazech zemského magnetismu pouze k jich kvantitativním vztahům, tedy ze stanoviska ryze matematického; tím jsme je však nevysvětlili, t. j. neuvedli do kruhu známých nám již úkazů přírodních. O takové vysvětlení můžeme se pokusiti teprv tehdy, když se nám podaří vymaniti magnetické úkazy vůbec z jejich izolovanosti a připoutati je k známým úkazům mechanickým, thermickým, elektrickým atd. První rozhodný krok učiněn v ohledu tom od *Oersteda* r. 1820 odkrytím působení proudu galvanického na magnetku. Na základě tohoto vynálezu byla záhy — nejdříve od *Ampère*-a — vyslovena domněnka, že se stává země magnetickou následkem proudů elektrických, jež obíhají kolem země směrem od východu na západ. Domněnka ta nabyla velké pravděpodobnosti, když se existence takových, ovšem v rozličných směrech zemi probíhajících proudů *Becquerelem*, *Lamontem*, *Matteuccim*, *Sechchim* a jinými zjistila, naskytila se však ihned nová otázka, odkud proudy ty průvod svůj berou. Když *Seebeck* našel (r. 1821) thermo-elektrické proudy, ihned povstala domněnka, že proudy v zemi vznikají též denními proměnami v teplotě země. Vzhledem k denním variacím zemského magnetismu rozvinul *Dela Rive* názor ten v soustavu, hledaje příčinu oněch

variací v thermických proudech kolujících v zemi i ve vzduchu. Proti tomu ozvali se vážní hlasové; zejména *Lamont* podotýká, že by thermické ty proudy musely být velmi silné, aby tak značný účinek, jako jsou denní proměny v zemském magnetismu, jevily, že by však potom přítomnost jejich i jinak snadno se pozorovati mohla. *Lamont* sám domnívá se, že slunce jest elektrické, že tudíž vzniká návodem v polovici země k slunci obrácené elektřina opačná, v odvrácené polokouli tataž, kterou i slunce má elektřina; následkem otáčení se země kolem své osy vzniká tím jakýs proud elektrický, za 24 hodin na způsob přílivu a odlivu kolem země obíhající, jenž může býti či hlavní či podružnou příčinou úkazů zemského magnetismu. Jakým způsobem *Duperrey* vykládá denní magnetické variace, bylo již svrchu vypsáno.

Zcela originální názor ve věci té vytvořil sobě *Faraday*. opíraje se při tom o paramagnetické vlastnosti kyslíku. Následkem těchto vlastností jest vzduch velmi magnetickým ústředím jehož magnetismus se však oteplením, proměnou tlaku či hutností atd. značně mění. Tím mění se však i poloha *magnetických křivek* umístěných (ovšem jen ideálně) ve vzduchu. Tyto magnetické křivky obdržíme, myslíme-li si mezi poly magnetu na dané ploše (na př. na povrchu země) umístěno nekonečně mnoho malých magnetek, jež se mohou pouze kolem osy své otáčeti. Každá magnetka zaujme pak zcela určitou polohu, a řada takových určitě položených magnetek vytvoří magnetickou křivku, jak vidíme na př. při známém pokuse se železnými pilinami nasypnými na papír, pod nímž se nalézají silná magnetická tyč. Na zemi jsou prvky magnetických křivek částice vzduchu a mimo to všechny magnetky, jichž magnetická osa se musí oněch křivek dotýkati. Každou klimatickou proměnou, a tudíž ustavičně mění se poloha křivek těch, které tvoří velmi pohyblivou soustavu kolem země, a tím vysvětlují se stále denní proměny v poloze magnetky a jich perioda denní i noční. Patrně předpokládá zde *Faraday* určité rozdělení magnetismu v zemi a vysvětluje pouze proměny příslušných úkazů. Ostatně snadno nahlédneme, že všichni až posud uvedení činitelové mohou býti částečnými příčinami úkazů zemského magnetismu a spolupůsobiti, aniž by byli jich základní příčinou,

Obmezují se na tyto stručné poznámky a obracím se k teorii *Zöllnerově*, která vzdor hypotetické povahy své (a to nemůže ani vůči posavadním teoriím býti výčitkou) jednak pro novotu a smělost svou, jednak pro snadnost, s jakou přehlíží všechny čelnější zjevy zemského magnetismu, bedlivějšího zasluhuje uvážení. *F. Zöllner* uveřejnil ji nejprve roku 1871 (20. října) ve zprávách kr. saské společnosti nauk pod názem: „Ueber den Ursprung des Erdmagnetismus und die magnetischen Beziehungen der Weltkörper“. *Zöllner* vychází od zákona rotace, který byl pro slunce a větší oběžnice našel a v pojednání „über das Rotationsgesetz der Sonne und der grossen Planeten“ širě rozvinul. On našel, že se nachází atmosféra na slunci v neustálém proudění; na rovníku vystupují teplejší plyny tvořící proudy aequatoriální, kdežto od polu studenější proudy polární k rovníku plynoucí vznikají.

Proudy tyto působí na tekutý povrch slunce jednak *thermicky*, jednak *mechanicky*, zadržující hořejší vrstvy v jejich pohybu kolem osy. Následkem toho trou se nejen proudy polární o povrch slunce, nýbrž i hořejší vrstvy tohoto povrchu, zůstávajíce při svém pohybu kolem osy za vrstvami spodními. Při tom sluší podotknouti, že se bezpochyby jednotlivé vrstvy ty lučebně od sebe různí.

Něco podobného platí i pro zemi naši. V jejím nitru, jež se nachází v stavu žhavě-tekutém, vznikají ochlazením při polu spodní proudy polární a vrchní aequatoriální, jež se tudíž dotýkají kůry zemské na vnitřní její straně. Přicházejíce od rovníka mají jeho rychlost, a tudíž se ve větších šířkách ve směru západním předbíhají, zcela na způsob větrů *passátních*, jež vějí na severní polokouli ve směru jihozápadním, na jižní ve směru severozápadním.

Tyto proudy pohybující se v nitru země mohou míti následky mechanické, *thermické*, ale i *elektrické*, t. j. porušení elektrické rovnováhy. To následuje z pokusů provedených od *Quincke* r. 1859 \*). *Quincke* našel, že vzniká galvanický proud, kdykoli tekutina jakás protéká průlinami nějakého tělesa; proud ten má směr tekutiny a jeho intenzita závisí na jakosti upotře-

\*) *Quincke*. Über eine neue Art electrischer Ströme. Poggendorffs' A. CVII.

bené tekutiny. Předmětem tím obírali se později též jiní (Wiedemann, Armstrong a j.) a povšechný výsledek jest následující: „všechny proudy v tekutinách jsou spojeny s proudy elektrickými, zvláště stýká-li se tekutina částečně s pevnými tělesy; směr obou druhů proudů jest stejný.

Upotřebíme-li výsledek ten na uvedené již proudy podzemní, tož vidíme, že vznikají proudy galvaňické, jichž směr jest v tekutině na severní polokouli jihozápadní, a tudíž v kore zemské severo-východní. Nerovnosti na vnitřní straně kory zemské jsou jakoby poly galvanického proudu.

Tyto proudy, jichž původ není tedy ani kosmický (solární), ani klimatický, jsou příčinou zemského magnetismu.

Základní úkazy se touto hypothesou dostatečně vysvětlují. Požadavek vyslovený *Gaussem* na základě jeho theorie, aby se příčina zemského magnetismu hledala hluboko pod zemí, jest zde vyplněn. Takové podzemní proudy musí na vnitřní straně rozmanité proměny provéstí, místy se odplavují vyvýšeniny, jinde se náplav usazuje, čímž se konečně i proudy samé, jich směr a mohutnost mění. Proměny takové mají v následek *sekulární variace* zemského magnetismu. Jest to velikou předností Zöllnerovy hypothesy, že se z ní tyto proměny, jež posud byly všemu vysvětlení naprosto nepřístupny, samy sebou naskytují. Musíme předpokládati, že jest tvárnost povrchu zemského, rozdělení pevniny a moře, v jakési souvislosti s tvárností vnitřní plochy kůry zemské. Souvislost ta přenesla by se ovšem i na magnetické úkazy; a skutečně nalezl *Menzzer* \*) zajímavé vztahy mezi tvarem pevnin a polohou magnetických polů. Velmi dobře vysvětluje se v Zöllnerově hypothesi též vznik *magnetických potřezek (perturbací)* a jich souvislost s *úkazy vulkanickými*. Každá náhlá proměna v rychlosti takého podzemního proudu, buď že vznikla odtrhnutím a ponořením částí vnitřní kory, aneb vulkanickým výbuchem aneb zemětřesením, musí se ve způsobě vlny šířiti skrz celé tekuté nitro země, čímž se vysvětluje téměř současné objevení se takých proměn po celé zemi. Též četné *Kreilem, Lamontem* a j. sebrané doklady současného objevení

\*) *Menzzer*. Über den Zusammenhang der Configuration des festen Landes und der Lage der magnetischen Pole, *Poggendorffs Ann. Ergänzgrbd. V.*



se zemětřesení a magnetických variací nalézají v Zöllnerově hypotesi zcela přirozeně svůj výklad. Magnetické úkazy až posud probrané vysvětlují se v této theorii poměry čistě terrestrickými; leč jsou jiné ještě úkazy, jež naznačují jakýsi vztah země k ostatním tělesům nebeským.

I tento vztah vysvětluje Zöllnerova hypothesisa.

Na povrchu slunce panují totiž podobné proudy jako uvnitř země, a musíme z těch příčin považovati slunce jako zemi za magnetické těleso, ovšem z příčin snadno pochopitelných s opačnou polaritou. Vůbec můžeme vysloviti větu: „všechna kolem osy své se otáčející tělesa mají magnetické poly, jež nesplývají s poly rotace. Během postupného ochlazování mění polarita znamení své, tak že těleso žhavě-tekuté má opačnou polaritu tělesa pevného (pevným obalem opatřeného).“

Z toho vyplývá nutně magnetický vztah mezi zemí a sluncem, k němuž přistupuje ještě prostřední vliv působící mechanicky, kterýž má za následek proměnu vnitřních proudů pod povrchem země. Oba vlivy jsou současné, a z toho se vysvětluje současnost *zemětřesení, magnetických potržek a polárních září.*

Dále vidíme, že každá příčina, která mění periodicky magnetický stav slunce, musí míti za následek též i proměnu magnetického stavu země se stejnou periodou. Takovou příčinu spatřujeme v periodickém stoupání a ubývání počtu skvrn slunečních. Skvrny ty jsou překážkou pro volný pohyb plynových proudů na povrchu slunce, tím stává se zpátečný pohyb proudů těch vzhledem k spodním částem rychlejším, a tudíž se zvyšuje intensita galvanických proudů pohybem tím způsobených, t. j. *magnetický stav slunce.* Viděli jsme již dříve, že v době největšího množství skvrn slunečních denní odchylky magnetky jsou též největší, a že se vůbec všechny magnetické zjevy co do kvantity stupňují.

Rovněž jest pomocí četných pozorování stvrzena souvislost mezi náhlými převraty na povrchu slunečním, jaké zvláště v novější době často se pozorují, a při kterých se často vyvržené částice hmotné až na půl poloměru slunečního od povrchu slunce vzdalují a mezi podobnými převraty magnetických poměru na zemi, jež se nám jeví v intenzivních potržkách, t. zv. *magnetických bouřích.*

Jiný vliv magnetický vykonávaný sluncem na zemi jeví se v periodě rotace sluneční, obrážející se v úkazech magnetických. Poloha magnetických polů slunce mění se během každé rotace, a tím se onen vliv úplně vysvětluje.

Ony proudy na povrchu slunce jsou možny jen v tom případě, když není povrch slunce stejně teplý, když na něm existují na př. dva poly nejmenší teploty. Zöllnerova hypotéza vyžaduje tudíž rozdíly v teplotě sluneční, jež by se musily jeviti v rozličném vyzářování různých částí povrchu slunečního. Jest tedy zvláštní podporou uvedené hypotézy, že byl skutečně rozdíl takový nalezen, a to *D'Arrestem*, ředitelem hvězdárny Kodaňské, \*) v obšírném pojednání, a dříve již částečně *Secchim*, *Carlinim* a *Nervanderem*. Objevilo se na př. že rozdíl v střední teplotě pařížské v těch případech, kdy slunce obrací k zemi svůj nejteplejší a svůj nejstudenější poledník, obnáší  $0^{\circ},604$  C. v Paříži; tentýž rozdíl jest pro Milán  $0^{\circ},712$  C.

Ony proudy plynové, jež dle Zöllnerovy hypotézy musí panovati na povrchu slunce, prozrazují se dle nejnovějších pozorování *Secchi-ho* tvarem protuberancí, jichž hořejší část směřuje k polu nejmenší teploty.

Z toho stručného přehledu theorie Zöllnerovy poznáváme, že uvádí na společný princip velké množství úkazů nejen magnetických nýbrž i jiných, spadajících v obor astrofysiky; tot ale přední podmínka každé dobré theorie. Důkladnější hlavně *numerické* propracování musí okázati, zda-li theorie ta jest více než duchaplný nápad. \*\*)

---

\*) Über die ungleiche Wärmevertheilung auf der Sonne, Verh. der kön. sächs. Ges. d. Wiss. 1853.

\*\*) Slibený v předešlém čísle přehled čelnějších spisů jednajících o zemském magnetismu bude uveřejněn v lit. věst. příštího ročníku.