

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

August Seydler

O zemětřesení. [II.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 10 (1881), No. 3, 144--153

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122772>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1881

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 zemětřesení.

Napsal

Dr. Aug. Seydler v Praze.

(Dokončení).

Probravše dříve nejdůležitější vztahy prostorové, jež mohou býti při zemětřesení předmětem vědeckých úvah, obrátíme se nyní k vytčení vztahů časových. V ohledu tom mají zvláštní zajímavost tři otázky:

1. jeví se před zemětřesením nějaké *předchozí* úkazy, které mohou sloužiti co návěští blížícího se nebezpečí?

2. jeví se v počtu zemětřesení v historických dobách pozorovaných jakési *postupné ubývání* neb *přibývání*?

3. jeví se v témž počtu jakési *periodicita*, prozrazující souvislost mezi zemětřesením a jinými zjevy stejné periodicity, jako jest teplota vzduchu, vzdálenost země od slunce neb od měsíce, relativní poloha těchto dvou těles nebeských atd.?

Na první otázku dlužno dáti odpověď zápornou. Veškeré úkazy, které se vykládaly co předchůdci zemětřesení, jsou buď jen nahodilé neb mají význam pouze lokální. K oněm náleží zejména vichřice neb i naopak úplné bezvětří spojené s dusným vedrem; neb neobyčejně nízký tlak vzduchu; k posledním náleží (v krajinách sopečnatých) náhlá přestávka v činnosti sousedních sopek neb podzemní rachot, ač ani ten nemívá v zápětí zemětřesení, čehož zajímavý doklad podává *Humboldt* v *Kosmosu* (I. str. 216).

Na druhou otázku bude také asi ztěžka lze dáti určitou odpověď. I v době novější, věnující všem otázkám přírodním tolik pozornosti, ujdou četná zemětřesení naší pozornosti. Dovidáme se pouze o katastrofách zhoubností svou vynikajících, dále o těch slabších otřesech a nárazech, jež se vyskytují v zemích kulturními národy alespoň částečně obydlých; ostatní části pevniny a rozsáhlé pláně širého oceánu zůstávají nám nepřístupnými a jen náhodou docházejí nás odtud kusé zprávy o seismických zjevech. Platí-li toto při čilém ruchu přítomnosti, platí v mnohem větší míře vzhledem k dobám dřívějším, ku vědeckým otázkám daleko netečnějším. Množí-li se seznamy

zemětřesení v době nejnovější v míře úžasné oproti kusým seznamům ze starších dob, musíme to patrně klásti na vrub pouze okolnosti právě vytknuté, nikoliv však nějakému skutečnému vzrůstání počtu zemětřesení. Beřeme-li ohled pouze na značnější katastrofy, o nichž se nám i ze starověku četné zprávy zachovaly, a porovnáme-li počet jejich s počtem podobných katastrof v přítomnosti, můžeme s jakousi pravděpodobností souditi, že zůstal počet ten stejný, že se v historických dobách nezměnil; a domněnka tato nabývá nové podpory v úvaze, jak krátkou pídí času vlastně celá historická doba jest u porovnání s oněmi miliony let, jimiž se měří život naší země. —

Jestliže se vědě při zmíněných dvou otázkách příliš valně nedařilo, může se za to při třetí otázce vykázati úspěchy dosti slušnými. Probereme po sobě nejdůležitější periody zjevů terestrických neb kosmických a přihledneme, v jakém k nim poměru se počet zemětřesení ukazuje.

a) *Rok* jest nejdůležitější, na vzájemném postavení slunce a země založená, a velikou řadu úkazů na zemi ovládající perioda. K ní obrátila se záhy pozornost badatelů, při čemž však z počátku ta chyba se děla, že se z velmi malého počtu zemětřesení, pozorovaných pouze na určitých místech úsudky činily. Takové seznamy nedostatečné, jež nutně vedly k odporujícím sobě výsledkům, nalezne čtenář v *Gehlerově* Fysikálním slovníku (pod záhlavím „Vulcane“). Teprvé *Perrey* počal shromažďovati všecken vůbec přístupný material a mohl tudíž činiti úsudky, mající velkou pravděpodobnost. V podobnou práci uvázal se později *J. F. Schmidt*,*) ředitel hvězdárny athénské. Výsledek jest patrný z následující tabulky obsahující počet zemětřesení pozorovaných od nejstarších dob a sestavených dle jednotlivých měsíců :

*) *J. F. Schmidt*. Studien über Erdheben, 1874.

Březen: 1903	Duben: 1898	Květen: 1719	Jaro: 5520
Červen: 1615	Červenec: 1646	Srpen: 1749	Leto: 5010
Září: 1675	Říjen: 2090	Listopad: 1953	Jeseň: 5718
Prosinec: 1874	Leden: 2033	Únor: 1928	Zima: 5835

Jeví se tu rozhodná převaha zimních měsíců proti letním. Nesmíme však zapomínati, že seznam ten se vztahuje k zemětřesením pozorovaným na celé zeměkouli, a že na jižní polokouli se *naše* zimní a letní měsíce zaměňují. Nesmíme tudíž vyhledávati nějakou souvislost mezi zemětřesením a teplotou vzduchu a povrchu zemského. Jiná jest však okolnost, která platí současně pro obě zemské polokoule. V době naší zimy čili v době leta na jižní polokouli stojí nám slunce nejbližše, v době našeho leta jest od nás nejvzdálenější; země přichází totiž do perihelia 2. ledna, do aphelia 2. července. Nelze tudíž vyhnouti se domněnce, že větší počet zemětřesení v zimě souvisí s větší blízkostí slunce; jakým způsobem, na to jest ovšem odpověď obtížnější. Zároveň nesmíme zapomínati, že jest rozdíl v počtu zemětřesení v jednotlivých dobách ročních u porovnání s počtem samým nepatrný, což dokazuje, že vlastní příčina zemětřesení jest od doby roční neodvislá, vlivem blízkosti slunce jsouc pouze podporována.

2. Den. Schmidt vyšetřil tuto periodu dle svého katalogu zemětřesení na Východě pozorovaných v době 1774—1873, a shledal, že připadá z celého počtu

na dopoledne (6 hod. ráno. — 12 hod. pol.):	419 zemětřesení
na odpoledne (12 hod. pol. — 6 hod. več.):	466 „
před půlnocí (6 hod. več. — 12 hod. pln.):	576 „
po půlnoci (12 hod. půl. — 6 hod. ráno):	628 „

Jeví se tu rozhodná převaha ranní poloviny noci proti ostatním dobám denním, zejména proti ranní polovině dne; všeobecněji pak převaha noci (1204) proti dni (885), která tím více překvapuje, jelikož slabší otřesení v noci spíše pozornosti

ujítí mohou. Podrobnějším rozbořem shledal *Schmidt*, že připadá maximum zemětřesení na $2\frac{1}{2}$ hod. ranní, minimum na $\frac{3}{4}$ hod. odpolední. Rozdíl jest mnohem patrnější nežli při periodě roční, příčina naproti tomu úplně záhadná. Dlužno ovšem též na myslí míti, že výsledek ten se nevztahuje k celému povrchu země, nýbrž jen k východním zemím (t. j. k Balkanskému poloostrovu a Malé Asii s nejbližím okolím); avšak těžko lze sobě mysletí lokální příčinu, která by v tomto směru pouze na určitých místech působila.

3. *Měsíc*. Příslušnou periodu nesmíme pojímati co občanský měsíc, totiž 12. díl roku, nýbrž co dobu závislou na pohybu měsíce. Máme zde vlastně několik takových period, dle okolnosti, ku které chceme zřetel obrátiti. Nejdůležitější jsou: relativní poloha měsíce a slunce k zemi, jevíci se měnami měsíce, jež se vystřídají průběhem 29 dní 13 hodin (synodický měsíc), a vzdálenost měsíce od země, kolisající mezi nejmenší vzdáleností v perigaeum a největší v apogaeum; oběh měsíce trvá vzhledem k této okolnosti 27 dní 13 hod. (anomalistický měsíc). Souvislost zemětřesení s měnami měsíce vyšetřoval *Perrey* *) sebrav ohromný material z let 1750—1872, který podrobil všestranné diskussi. Z nejnovějších výsledků jeho zkoumání uvádíme pouze následující: v letech 1843—72 připadlo na dobu syzygií (úplňku a nového měsíce) 8838, na dobu obou čtvrtí 8411 dní, v nichž zemětřesení pozorováno. Převaha syzygií proti kvadraturám jeví se ve všech případech a byla také pečlivým rozbořem *Schmidtovým* (l. c.) na novo potvrzena. Schmidt neobmezuje se na rozdělení měsíce na dvě (vlastně čtyry) části, totiž na doby kolem syzygií a na doby kolem čtvrtí, nýbrž určuje počet zemětřesení pro každý den synodického měsíce, čímž si zjednáva tabulku (aneb graficky křivku), jejíž podrobná diskusse vede k následujícím výsledkům.

Maximum zemětřesení nastává v čas nového měsíce; druhé maximum dva dny po první čtvrti; okolo úplňku *ubývá* množství zemětřesení a dosahuje minima v den poslední čtvrti.

4. Argumentem druhé periody k měsíci se vztahující jest vzdálenost měsíce od země. I zde dlužno především zazname-

*) *Comptes rendus*, t. XXIV, XXXVI, LII, LXXXI.

nati práce Perreyovy a Schmidtovy. *Perrey* počítá množství zemětřesení, pozorovaných v pět dní, jichž středem jest den apogaea a v pět dní, jichž středem jest den perigaea. První součet obnáší (v letech 1843—72) 3015, druhý 3290, tak že se podobně jako při slunci jeví převaha těch dní, kdy jest měsíc zemi nejbližší.

Schmidt vytknul si opět úlohu všeobecnější: určiti počet zemětřesení pro každou vzdálenost měsíce. Tato úloha není tak snadná, jak se na první pohled zdá. Pohyb měsíce jest velmi složitým, a následkem toho mění se též vzdálenost měsíce od země způsobem zdánlivě velmi nepravidelným. Prostě počítání dní, kdy měla vzdálenost měsíce (čili parallaxa, obrácená hodnota této vzdálenosti) tu kterou určitou hodnotu, a kdy zároveň zemětřesení pozorováno, nedostačí zde, nýbrž jest nutno určiti poměr všech dní jisté parallaxy k příslušným dnům zemětřesení. Kdyby na př. bylo nalezeno, že počet zemětřesení pozorovaný v těch dnech, kdy parallaxa měsíce obnáší více než 60', byl dvakrát větší nežli ve dnech, k nimž náleží parallaxa menší než 54', tož by z toho nenásledovalo nutně, že se zemětřesení okolo perigaea poměrně dvakrát častěji vyskytuje nežli okolo apogaea; neboť příčinou oné převahy mohlo by býti, že měsíc dvakrát tak dlouho mešká ve vzdálenostech, ku kterým přísluší parallaxa 60 minut neb více, nežli ve vzdálenostech stanovených parallaxou 54 neb méně minut. Aby k této okolnosti náležitý zřetel vzal, musel *Schmidt* podstoupiti výpočet velmi obtížný a mnoho času vyžadující; budiž zde podán jen výsledek nejdůležitější. V intervalech jedné minuty byly parallaxy měsíce sestaveny a ku každé z nich vyhledán příslušný počet zemětřesení (B); na to bylo výpočtem určeno číslo (R) zemětřesení, které by na onu parallaxu připadlo, kdyby bylo zemětřesení od vzdálenosti měsíce zcela neodvislé. Rozdíl $R-B$ ukazuje tudíž, je-li kladný, že připadá v skutečnosti méně zemětřesení na onu vzdálenost, než bychom očekávali v případě neodvislosti obou úkazů; opak dokazuje rozdíl záporný. *Schmidt* podává následující tabulky:

Parallaxa mezi	61' 29"	a	60'	;	$R-B = -30$		
"	"	60'	a	59'	;	"	— 5
"	"	59'	a	58'	;	"	— 32

Parallaxa mezi 58'	a 57'	; $R-B$	— 27
" "	57'	; "	— 9
" "	56'	; "	— 2
" "	55'	a 53' 56"; "	+ 91

Z tabulky této patrné, že jest skutečně při větší blízkosti měsíce počet zemětřesení značnější, a naopak při větší vzdálenosti měsíce menší, a že tudíž měnicí se gravitace měsíce na počet zemětřesení jistý, byť i nepatrný vliv má.

5. *Schmidt* hledal v počtu zemětřesení též delší periody, zejména jedenáctiletou periodu skvrn slunečních, avšak bez úspěchu. Naproti tomu tvrdí *Poëy**), že se všechny zjevy našeho ovzduší a kůry zemské zvyšují průběhem této periody, takže teplota vzduchu a zjevy od ní závislé mají maximum v čas minima skvrn, zjevy pak, které závisí na zimě (co nedostatku tepla) maximum v čas maxima skvrn. Zemětřesení se prý nejvíce okolo maxima i minima skvrn vyskytuje. Zákon ten nevysvětluje však zřejmě z tabulky k jeho pojednání připojené. *Kluge****) tvrdí, že jsou výbuchy vulkanické a zemětřesení nejvzácnější v čas maxima skvrn a souvisícího s tím největšího ruchu ve zjevech zemského magnetismu.

Schmidt vyšetřuje též, zda-li se jeví jakási souvislost mezi zemětřesením a různými zjevy atmosférickými. Tak dospívá na př. k výsledku, že jsou při nízkém tlaku vzduchu zemětřesení o něco častější nežli při vysokém. Určité vztahy se zde však celkem nejeví.

Seznavše nejdůležitější zákony, jež byly až posud objeveny v záhadných zjevech zemětřesení, tážeme se přirozeně, zda-li se nepodařilo, naléztí společnou pásku těchto zákonů, jinými slovy, zda-li nepodává věda zaokrouhlenou theorii, z které by zákony ty co nutné následky jediné věty plynuly, a jež by zároveň zjevy ony vřadila co zvláštní případy mezi jiné zjevy

*) *A. Poëy*: Rapports entre les taches solaires, les tremblements de terre aux Antilles et au Mexique et les éruptions volcaniques sur tout le globe; comptes rendus, t. LXXVIII (1874).

**) *E. Kluge* Über Synchronismus und Antagonismus von vulkanischen Eruptionen und die Beziehung derselben zu den Sonnenflecken und erdmagnetischen Variationen (1863).

přírodní. Takové theorie až posud postrádáme, vše co v ohledu tom důmyslně uvažováno neb i nemotorně bájeno bylo, není opřeno o žádné nezvratné důkazy.

Nejstarší teorií mohli bychom nazvati *meteorologickou*; jest to domněnka Pliniova, na začátku tohoto článku uvedená, dle níž dlužno zemětřesení považovati za jakýs druh podzemních bouřek. Nastávají prý zemětřesení vždy při klidném vzduchu, kde síla, bouřky způsobující, v podzemní jeskyně se uchýlila, odkudž vyraziti se snaží, způsobujíc hřmění a s otřesením spojené výbuchy, jak to i při blesku a provázejícím jej hromu pozorujeme.

Opustíme-li zajímavý tento doklad neúplné indukce (neboť Plinius co bystrý pozorovatel nemluvil tak zajisté z pouhého domyslu, nýbrž na základě pozorování, počtem ovšem a snad i jakostí nedostatečných), musíme přejíti čttná století, v nichž zájem pro zjevy přírodní jinými ruchy kulturními v pozadí byl zatlačen, a zastavíme se teprve v XVIII. století. Elektřina stala se tu oblíbeným předmětem badatelů v oboru fysiky, vše pomocí fysiky vysvětlováno, i nelze nám tudíž diviti se, setkáváme-li se tu s *elektrickou* teorií zemětřesení. *Stukeley* vyslovil prvň (r. 1750) myšlenku, že vzniká zemětřesení vysokým napnutím elektřiny a výbuchy takto způsobenými, a našel v ohledu tom horlivé stoupence *Binu*, *Beccariu* a *Lamberta*. Theorie ta nabyla takového rozšíření, že mezi jiným jeden francouzský abbé ve vši opravdivosti navrhoval sestrojení „zemětřesosvodů“ (*paratremblement de terre*), totiž zapuštění dlouhých železných tyčí do země, jež by byly na obou koncích opatřeny korunou hrotů. *)

Mezi úkazy vulkanickými a zemětřesením jeví se velká souvislost, a poznenáhla klonili se čelnější badatelé, nahlízejíce pošetilosť předcházející theorie, k tomu názoru, že jsou všechna zemětřesení původu vulkanického a následkem toho splynula

*) Nežli se útrpně usmějeme zpozdilosti náhledů, jež byly ještě před 100 lety možny, přečtème si na str. 256 *Falbova* spisu „Von den Umwälzungen des Weltalls“ (r. 1881) následující větu: „Durch genaue Beobachtung und Berechnung aller Erdstösse lassen sich demnach alle unterirdischen Vulkane auffinden und die aufgefundenen überwachen“. Má-li se zříditi zvláštní četnický sbor, jenž by měl co úkol vytknuto ono střežení, nepraví bohužel autor.

theorie vulkanismu a theorie zemětřesení v jedno. Rozumí se však, že o vysvětlení úkazů vulkanických opět různými cestami se pokoušeno. *Chemická* theorie pojímala všechny zjevy toho způsobu za výsledek lučební činnosti uvnitř země, jejíž jádro se poznenáhlu okysličuje, jak se to bylo s povrchem již dávno stalo, při čemž vznikají různé vedlejší úkazy, vysoká teplota, vyvíjení se par a t. p. Zárodek této theorie spatřujeme u *Lystra*, který sopečnou činnost vysvětloval slučováním železa a síry za přítomnosti vody. Později vzdělána theorie ta zejména od *Davy-ho*, jenž se domnívá, že hlavními součástkami jádra zemského jsou vodík, draslík a křemík, jichž okysličení jest zdrojem vnitřního tepla země a zjevů vulkanických; přívržencem náhledu jeho byl zejména též *Ampère*. Budiž ostatně připomenuto, že *Davy* uznává možnost zemětřesení od vulkanických zjevů neodvislých, kteréž vykládá, podobně jak se to v novější době děje, pošinování vrstev kůry zemské, umožněné na příklad promočením hlíny v rozsáhlých vrstvách podzemních.

Proti theorii *Davy-ho* lze zejména namítnouti, že by se měl dle ní vyvinovati ve velkém množství vodík, co však ani při sopečných erupcích ani při zemětřesení se nepozoruje. Ustoupila tudíž s rostoucím tříbením našich zkušeností theorie ryze chemická do pozadí a učinila místo jiné theorii, kterou bychom mohli zváti *thermodynamickou*. Dle tohoto názoru, jenž původem svým sahá až ku *Gay-Lussacovi* a jejíž nejdůkladněji vzdělal *Bischof*, jest vnitřní teplo země, ať již původu jakéhokoli, příčinou vulkanických zjevů; voda vnikající do země různými cestami mění se jeho působením v páry, které svou rozpínavostí, nemohou-li volně a poznenáhla vycházeti, násilné výbuchy působují. Náзор ten jest podporován četným vyskytáváním se sopek na březích mořských, hojností vodních par při erupcích vulkanických, teplými zřídly na povrchu země se vyskytujícími, a četnými jinými okolnostmi. Pro úkazy ryze vulkanické uznává se také posud theorie ta téměř všeobecně za platnou; jinak má se to však se zemětřesením, kde mnohé úkazy takového jsou rázu, že jich nelze s onou theorií srovnati.

Nežli se zmíníme o nejnovějších názorech platnost si nyní zjednávajících, musíme ještě zřetel svůj obrátit k theorii *plutonické*, která vedle theorie dříve uvedené se vyvinula a též

mnoho přívrženců čítala. Theorie ta opírá se o domněnku i nyní ještě velice rozšířenou, která se však v první polovici tohoto století považovala téměř za nezvratnou pravdu: že totiž nitro země ve stavu žhavě tekutém se nalezá. Podnět k této domněnce zavdala jednak důmyslná Kant-Laplace-ova hypotéza o vzniku sluneční soustavy naší, jednak rychlé stoupání teploty pozorované při sestupování z povrchu do nitra země. Toto žhavé jádro má co tekutina pohyblivost, vyznačující takové hmoty, povoluje tudíž každé síle, každému tlaku a přenáší jej na jiné body. Stahuje-li se poznenáhlym chladnutím kůra zemská, stlačuje se ona žhavě tekutá hmota a způsobuje tím deformace v slabších, povolnějších částech zevnější vrstvy, a vylévá se způsobem více méně explosivním tam, kde průduchy jest povrch země s nitrem jejím spojen. Toť hypotéza vyslovena *Cordierem* *). Hypotézu tu lze doplniti v jiném směru. Jako na moře působí též i na žhoucí oceán pod našima nohama se nalezající přitažlivost slunce a měsíce a může tudíž podobně jako na moři působiti příliv a odliv. Dmoucí se povrch žhavého jádra naráží pak a tře se o vnitřní plochu zevnější kůry a způsobuje tím výbuchy vulkanické a zemětřesení. **) Tuto myšlenku pojal *Perrey* a jal se vyšetřovati zejména vliv měsíce v různých polohách jeho na zemětřesení, při čemž dospěl k výsledkům shora již uvedeným. Výsledky ty potvrzují ovšem do jisté míry vliv měsíce, avšak vliv ten jest nepatrný a nemůže se považovati za hlavní aneb i jen za jednu z podstatných příčin zemětřesení. *Perrey* sám také v poslední své publikaci (*Comptes rendus* 1874) proti tomu protestuje, že by byl chtěl zvláštní theorii zemětřesení vzdělati, a poukazuje pouze k tomu, že každá definitivní theorie bude nucena, vysvětliti též zákony od něho objevené, k vlivu měsíce se vztahující.

V době nejnovější byla jak známo hypotéza *Cordierem* vyslovená od *Falba* opět přijata, a co *Falbova* theorie zemětřesení způsobem nedůstojným rozhlašována.

V době novější kupily se čím dále tím více námitky proti tomu, že by veškerá zemětřesení byla původu vulkanického

*) *Cordier*, *Essay sur la Température de l'Intérieur de la Terre* (1827).

**) Zároveň podmiňuje též dle domněnky *Zöllnerovy* zjevy zemského magnetismu, srv. tohoto časopisu roč. II. str. 262.

a vyvinul se názor, jež bychom mohli zváti *dynamickým*, poně-
vadž příčinu zemětřesení spatřuje v jakýchkoli silách, dosta-
tečných k způsobení tak velkých účinků. Názor ten uznává
vulkanický původ zemětřesení, jimiž obyčejně sopečné výbuchy
bývají vyprovázeny; vedle toho však spatřuje příčinu mnohých
zemětřesení v silách jiných. Zejmena jest to stahování čili
svrašňování kůry zemské, klesání vrstev spočívajících na vrst-
vách jiných podemletých neb vodou promočených (Davy), zkrátka
dynamické vlivy, podmíněné slohem kůry zemské, které mohou
zemětřesení způsobiti.

Názor ten jest podporován svědomitým studiem geognosti-
ckých poměrů krajiny zemětřesením navštívené, a lze říci, že
se nyní k němu všichni čelnější geologové naší doby kloní.
Není tudíž jednotné příčiny zemětřesení, není také jednotné
theorie, a velkolepé spekulace kosmologické, které v oboru tom
posud první slovo měly, ustupují poznenáhla svědomitému pro-
zkoumání detailů, provedenému od odborníků k tomu povolanych.

Trisektorie.

Sestrojil

Dr. Jos. R. Vaňaus.

1.

Theorie křivek vyšších stupňů byla zvláště v době novější
muži věhlasnými tak dokonale a důkladně projednána, že každý
pokus přičiniti ještě něco zdá se nanejvýše zbytečným. Hlavně
platí to o křivkách racionálních, které nad jiné zvláštními vlast-
nostmi obecnými vynikajíce mnoho již zpracovatelů našly.

Mimo spisy cizojazyčné obsahuje i naše literatura česká
mnohý vzácný plod z těchto luhů. Na doklad uvádím — abych
vypravováním věcí vůbec známých dlouho nezdržoval — pouze
některé články časopisu pro pěstování matematiky a fysiky,
kde o rovinných křivkách racionálních stupně třetího pojednáno
způsobem lehkým, elegantním. V jiných člancích téhož časopisu
bylo o některých zvláštních tvarech takovýchto křivek dopo-
drobna psáno a jejich zajímavé relace prozkoumány.