

# Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

---

Čeněk Kohlmann

O praktickém významu geofysiky. [I.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 63 (1934), No. 1, R14,R15--R18

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122512>

## Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1934

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>

elektroskop jen velmi zvolna proto, že elektroskop jest indukci nabit na potenciál téměř stejný. Jest tedy potenciální rozdíl mezi nabitou kamennou deštičkou a elektroskopem jen malý a tedy přechodový odpor povrchu kamene veliký.

Chceme-li rychle vybití elektroskop neb nabitý vodič, dotkneme se ho přímo prstem ruky nebo kovovým drátem, který držíme v ruce. Dotkneme-li se *prstem* horní strany nabitého lith. kamene ležícího na desce elektroskopu, vybije se rovněž téměř okamžitě. Naproti tomu dotkneme-li se ho drátem, který držíme v ruce, vybíjí se pozvolna. Zprvu poklesne potenciál s několika tisíc voltů poměrně rychle pod tisíc volt, pak se ale udržuje po mnoho vteřin, ba i minut, klesaje jen velmi pomalu. Zcela podobně chová se také deštička dřevěná, jen úkazy tyto nejsou na ní tak ostře vyhraněny. Nabíjení přes prst ruky trvá delší dobu a také vybíjení prstem trvá znatelný čas, naproti tomu vybíjení dotýkajícím se drátem pokračuje poněkud rychleji než u lithograf. kamene, nebo mramoru. Tyto úkazy nasvědčují tomu, že odpor přechodové vrstvy zkoumaného polovodiče jest při dotyku prstem podstatně menší než při dotyku kovem. Elektrina přes stykové místo prstu s polovodičem proudí snadno jak dovnitř, tak ven. (Příště dokončení.)

## O praktickém významu geofysiky.

Dr. Čeněk Kohlmann.

Geofysika, jako věda pracující na fyzikálním prozkoumání Země, není starou vědeckou disciplinou. O svou samostatnost zápasila dlouhou řadu let s geologií a astronomií; teprve počátkem našeho století proniká a řadí se čestně po bok ostatním vědním disciplinám. Zvláště ve světové válce poznala se důležitost geofyzikálních objevů. Léta poválečná vykazující všestranný pokrok ve všech odvětvích průmyslu; poměry výrobní, hospodářské i sociální přinutily průmysl, aby hleděl staré a nákladné metody výrobní nahraditi novými, které těžice z vědeckých poznatků by nejen zmenšily výrobní náklad, ale předčily metody dřívější i svou praktičností. Byli to opět praktičtí obyvatelé Nového Světa, kteří v posledních letech vedle prakse pěstují i teorii, vědouce ze zkušenosti, že jenom ty podniky, kde prakse postupuje ruku v ruce s vědou, mají ve slonu dnešní doby zaručenu zdárnou prosperitu.

Velikou část průmyslových hmot dodávají nám nejsvrchnější vrstvy zemské kůry. Je proto docela samozřejmé, že i těžaři se snaží zaváděti moderní vědecké metody, nahrazující metody

starší, namnoze velmi riskantní. Do let. předválečných byla to výlučně geologie, která dávala popud k pracím kutacím a doly byly zakládány v místech, kde, podle geologického ohledání a zkušeností jinde získaných, bylo se možno domnívati, že práce se setká se zdarem. Někdy bylo třeba i několika zkušebních vrtů, než se mohlo počít s dolováním. Také středověký způsob hledání užitečných minerálů a pramenů pomocí „kouzelného proutku“ (virgule) se dlouho držel, ba dokonce ještě dnes je celá řada obránců této metody mezi laiky i vědátory, ano i stát povolává proutkaře do svých služeb, aby hledali užitečné nerosty. Způsob ten je dnes ovšem zavržení hodný, i když nestranně přiznáme proutkařům některé úspěchy. Rozvoj současné techniky nutí nás všimati si nejen vrstev povrchových, ale zkoumati i vrstvy hlubší, které se vymykají přímému ohledání. Čím hlouběji se ložisko nachází, tím je větší riziko úspěšného vrtu při pouhém povrchovém prozkoumání terénu. Uvážíme-li, jakého nákladu vyžaduje odkopání jednoho krychlového metru šachty, a že tisícimetrový vrt stojí řadu milionů, je jistě pochopitelno, že tu třeba veliké opatrnosti a úzkostlivé přesnosti v odhadu. Je proto nutno hledat nové metody, které by při minimálním nákladu a riziku zaručovaly pokud možná největší rentabilitu podnikání. Takové metody musí tedy odpovídati co nejpřesněji na otázky týkající se rozlohy ložiska, jeho mocnosti a hloubky, aby mohla býti těžba co nejracionálněji zařízena.

Je to právě geofysika, která v několika málo letech svého rozvoje, zabývající se zkoumáním vlastností a podstaty Země jako samostatného kosmického celku, podává praksi řadu spolehlivých metod. Geofyzikální metody zkoumají podstatu a stavbu svrchních vrstev zemských nepřímo. Východiskem jsou tu určité vlastnosti hmot působící na dálku, tedy síly magnetické, gravitační a j. Vhodnými přístroji měří se tyto silové účinky na různých místech zemského povrchu a z výsledků takto získaných se konstruuje v mezích možnosti nejdokonalejší obraz o povaze ložiska, opřený platnými fyzikálními zákony. Dnes známe již celou řadu metod geofyzikálních, které se vzájemně doplňují a jejichž význam spočívá v tom, že dané problémy můžeme řešiti různými způsoby. Většina jich je data nejnovějšího, ale některé, jako na příklad magnetické vlastnosti rud železných, byly již dávno známy a sloužily zejména ve Švédsku k hledání rudných ložisek. Rozmach moderní fyziky, zejména nauky o elektřině, nalezl ohlas i zde a konají se pokusy uplatniti nově nabyté vědomosti a zkušenosti i v tomto směru.

Geofyzik musí pracovati ruku v ruce s geologem. Bohužel je kamenem úrazu, že odborníci v jedné disciplíně podceňují práci druhých. Teprve po předběžném prozkoumání terénu, kde lze

očekávají výskyt užitečných minerálů, je možno aplikovati metody geofyzikální. Geolog vyšetří terén po stránce kvalitativní, po stránce kvantitativní, t. j. mocnosti, rozlohy a hloubky ložiska dostává se ke slovu geofyzik.

Geofyzikální metody shrnujeme do dvou velikých skupin. Do první patří metody zabývající se měřením účinků hmot působících na dálku, tedy zejména metody magnetické, gravitační a po případě i metody radioaktivní. Druhá skupina shrnuje metody zkoumající vliv geologických vrstev na různé proudy a vlnění probíhající nitrem zemským.

Z elementární fyziky je nám známo, že veškeré látky se navzájem přitahují silou přímo úměrnou jejich hmotě a nepřímo čtverci jejich vzdálenosti. Vzájemná přitažlivost Země a předmětu na ní se nalézajících projevuje se jejich vahou, po případě pádem. Gravitační silou představujeme si jako sílu atrakční, která vzbuzuje silové pole příslušející teoretické, ideální zemi, stejně těžké a veliké jako naše Země, ale složené z jednotné, všude stejně husté látky. Ve skutečnosti je toto teoretické pole modifikováno nestejným rozdělením hmot v kůře zemské. Z vyskytnuvších se nepravidlostí (anomalí tíže) můžeme usuzovati na rozložení a specifickou hmotu určitých vrstev vůči vrstvám okolním a ve spojení s jinými charakteristickými vlastnostmi na ložisko podpovrchových nerostů. Teorie měření tíže je stará; chyběly však dlouho citlivé měřicí přístroje, které by zaručily dostačující přesnost měření. Měření tíže kyvadly užívá se dnes hlavně na základních bodech, které tvoří soustavy opěrných bodů pro geofyzikální práce obdobné soustavě triangulačních vrcholů. Naproti tomu v praktické geofyzice slouží nyní k témuž účelu t. zv. Cavendishovy vážky, které ve vhodné úpravě (dvojitě druhu) zavedl do geofyziky maďarský fyzik Eötvös. Podstatou jejich je vahadlo zavěšené na platinoiridiovém vlákně několik setin milimetru silném, na jehož koncích jsou umístěny pokud možno těžké, obyčejně platinové kuličky. Elastické torsní síly uvedou vahadlo v kývání o periodě  $T$  určené vzorcem

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{K}{I}},$$

kde  $K$  jest moment setrvačnosti vlákna o délce  $l$  a  $I = l \cdot \tau$ ; při čemž  $\tau$  je koeficient torse závěsného vlákna. Mysleme si, že vychylku z rovnovážné polohy uskutečníme horizontální složkou intenzity tíže  $P$ , při čemž se vahadlo vychýlí o úhel  $\alpha$ . Potom je splněna rovnice

$$P = \frac{\alpha}{l} \cdot I = \alpha \cdot \tau.$$

Síla ta je vyvážena pružností torse vlákna.<sup>1)</sup> Pomocí těchto torsních vážek lze snadno měřiti poměr dvou horizontálních složek gravitačního pole. Platí totiž rovnice snadno odvoditelný vztah

$$P_1 : P_2 = \alpha_1 : \alpha_2,$$

buď pro dvě různá místa, nebo pro totéž místo, ale dva různé směry. Představují tedy torsní vážky v této úpravě variometr horizontálních sil gravitačního pole. Použijeme-li místo koulí platinových velmi malých magnetů, dostáváme pak citlivý přístroj ke stanovení variací sil magnetických, jímž můžeme vhodně korigovati měření gravitační. Aby ho mohl Eötvös úplněji využít, zavěsil u druhého typu jedno závaží poněkud níže než druhé. Teorie tohoto přístroje je dosti složitou a možno se o ní dočísti v citované práci prof. Lásky, případně v knize Prey-Mainka-Tams: Einführung in die Geophysik Teil I. Důležitým pojmem při gravitačních měřeních je pojem gradientu intenzity tíže určený hodnotou

$$\frac{\partial g}{\partial s} = \sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial y}\right)^2}$$

značící, o kolik dynů se změní  $g$  (grav. intenzita), posuneme-li se horizontálně v onom směru  $s$ , ve kterém nastává největší změna, o 1 cm. Je to vektor, který se nanáší do gravitačních map jako úsečka směrově orientovaná o délce úměrné jeho velikosti. Určením gradientů nabýváme současně vhodné kontroly pro správnost hodnot  $g$  naměřených pomocí kyvadlových měření, které tvoří základní body gravitačního mapování. Platí totiž relace

$$\int_a^b \frac{\partial g}{\partial s} ds = g_b - g_a,$$

která poskytuje možnost stanovení diferencí veličin  $g_a$  a  $g_b$  z pozorování gradientů a tím vítanou kontrolou. Pozorování v uzavřené křivce vede dále k rovnici

$$\int_c \frac{\partial g}{\partial s} \cdot ds = 0,$$

která opět kontroluje hodnoty stanovené gravimetrem variačním. Výsledky docílené torsními vážkami jsou znamenité. Měření gravitačních můžeme s prospěchem užítí všude tam, kde hledaný nerost má dostatečně odlišnou specifickou hmotu od okolních minerálů, od nichž je ostře prostorově oddělen. Jimi se zkoumá

<sup>1)</sup> Viz prof. Dr. V. Lásky: Vybrané kapitoly z geofysiky, Sborník čsl. spol. zeměp. 1922 I. c.

hlavně geologická stavba podzemní, ale také rudná ložiska značnější rozlohy. Obzvláštní význam mají tato měření v geodesii, kde veškerá měření se konají pod vlivem zemského gravitačního pole. Gravitační měření jsou jedna z nejobtížnějších. Postupují velmi zvolna a vyžadují choulostivých a drahých přístrojů podléhajících mimo jiné účinkům atmosférickým, hlavně změnám teploty. Proto konají se povětšinou v noci. Zpracování měření získaných poznatků je velmi obtížné, zato však tím cennější.

(Příště dokončení.)

## PŘEHLED.

### O konstrukci tabulek úmrtnosti.

Prof. K. Rotrekl, Hranice.

V středoškolských učebnicích aritmetiky a v log. tabulkách zde užívaných jest pouze stručně jednáno o tabulkách úmrtnosti a vysvětleno hlavně, jak se jich při výpočtech užívá; neboť není možno a také není snadné všem žákům obtížný postup konstrukce úmrtních tabulek vysvětlovati. Přes to však mnohé žáky i tato věc zajímá a proto chci zde podati stručný výklad, jak asi úmrtní tabulka byla zkonstruována.

Zkušenost ukázala, že odumírání lidí děje se ve *velikém okruhu osob* s jistou pravidelností, která se zove *zákonem úmrtnosti*. A o vyjádření — alespoň přibližné — tohoto zákona šlo matematikům.

Ač jsou značné rozdíly v úmrtnosti podle zemí, národů, pohlaví, povolání, atd. a také různé příčiny úmrtí, lze přece, při určitém, dostatečně velikém množství životů, se značnou přesností určití kolik osob z daného množství životů v každém stáří zemře. Předpokládá-li se na příkl. skupina 100000 žijících osob ve stáří 10 let ( $l_{10}$ ), vidí se z tab. úmrtnosti, kolik z nich v každém roce zůstane na živu a kolik jich zemře.

Nesmí se však mysliti, že tabulka úmrtnosti byla sestrojena tak, že bylo skutečně pozorováno 100000 dětí 10letých po celý jejich život; tím by se vlastně pozorovala a zjišťovala úmrtnost *celé generace*. Místo úmrtnosti celé generace určovala se totiž *úmrtnost osob současně žijících*, při čemž se pozorovaly osoby každého věku samy o sobě. Ba seskupují se osoby narozené od semestru do semestru po sobě jdoucích roků v jednu skupinu tak, že se předpokládá, jako by se všechny narodily 1. ledna. Podobně se to děje i s úmrtími.

Tyto skupiny byly vzaty buď ze *statistického pozorování obyvatelstva určitého obvodu vůbec*, aneb jen z *pozorování osob sku-*