

Jaromír Kekule; Zdeněk Kluiber

Fyzika a oceán

Rozhledy matematicko-fyzikální, Vol. 80 (2005), No. 3, 12–14

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/146107>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2005

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

Fyzika a oceán

*Jaromír Kekule, Gymnázium Hellichova a MFF UK Praha
Zdeněk Kluíber, Ekogymnázium Praha a PedF UHK Hradec Králové*

Ve dnech 29. a 30. dubna 2004 se ve francouzském městě Nice konal druhý ročník semináře pro učitele GIFT (*Geophysical Information for Teachers Workshop*), který byl pořádán v rámci všeobecné konference EGU (*European Geosciences Union*). Zúčastnilo se ho 49 učitelů z jedenácti evropských zemí; Česká republika zde měla dva zástupce. Hlavním předmětem setkání bylo téma *Oceán*. Na semináři zazněly některé méně známé informace o fyzikálních výzkumech světového oceánu, který ovlivňuje životní prostředí a budoucnost celého světa. V následujících odstavcích se zmíníme o několika takových probíhajících výzkumech.

Důležitým prostředkem výzkumu oceánu je *altimetrie – měření výšky mořské hladiny pomocí družic*. Družice vysílá laserový paprsek, který se odráží od hladiny oceánu a vrací se zpět. Zároveň se měří poloha družice a její výška. Ze získaných údajů lze celkem přesně určit tvar mořské hladiny. Tato měření se provádějí už od konce 70. let minulého století, ale jejich přesnost se v 90. letech zlepšila asi desetkrát. Pomocí měření tvaru hladiny se dá také určit tvar dna oceánů – klidová hladina vody je totiž vždy kolmá na výslednou tíhovou sílu na ni působící a směr tíhové síly ovlivňují hmotné objekty pod hladinou. Například podmořská hora k sobě díky své gravitaci trochu přitahuje i vodu z okolní oblasti oceánu a to způsobí, že se hladina nad ní nepatrně zvedne. Tímto způsobem bylo objeveno asi 4000 nových podmořských hor.

V současné době se altimetrie využívá i při *měření hladiny vod na kontinentech* (např. v Aralském jezeře). Družice nahrazují pozemní hydrologické pozorovací stanice, jichž rychle ubývá.

Tímto způsobem lze měřit *změnu výšky mořské hladiny i v blízkosti pevnin*. Ta může být způsobena například i tím, že na pobřeží byl ledovec, který zatěžoval zemskou kůru. Po roztátí ledovce se elasticky deformovaná kůra zase zvedá, a tak se mění hladina vody.

Jiným důvodem změny hladiny je *oteplování*. Objem vody v oceánech vzrůstá díky teplotní roztažnosti vody, což je dominantní příčina *zvýšování hladiny oceánů* v posledních letech.

Byly získány nové poznatky o oceánských proudech, zejména v severním Atlantiku se zaměřením na nejznámější z nich – *Golfský proud*. Mořské proudy jsou dvojího druhu – *teplé povrchové* (hnané větrem rychlostí několika kilometrů za hodinu) a *studené hlubinné* (tekoucí rychlostí jen několika kilometrů za rok a způsobené tím, že voda z teplého proudu se vypařuje, čímž se zvyšuje její hustota, a tato voda pak klesá z povrchu dolů). Je také zajímavé, že žádné mořské proudy nevznikají v Pacifiku – díky menší slanosti vody. Zajímavá je i historie Golfského proudu, který kdysi tekł průlivem mezi Severní a Jižní Amerikou. Po uzavření tohoto průlivu před 4,6 miliony let se zcela změnilo rozložení mořských proudů. Směr Golfského proudu se ustálil do nynější podoby a začal značně ovlivňovat klima na severní polokouli. Historie mořských proudů se dá zkoumat ze sedimentů získaných z mořského dna.

V okolí prasklin v zemských deskách, kde se tvoří i několik desítek metrů vysoké „komíny“, kterými uniká černý nebo bílý kouř, se setkáváme se *zvláštními formami života*. Tyto „komíny“ už byly objeveny v Atlantiku, Pacifiku i Indickém oceánu. Kolem nich žijí specifická živočišná závislá na chemosyntéze, ne na fotosyntéze – to znamená, že energii potřebnou ke svému životu získávají pomocí chemických reakcí z anorganických sloučenin ve svém okolí a ne využitím sluneční energie (jako zelené rostliny) nebo z organických sloučenin (jako např. živočišné nebo houby). Předpokládá se, že chemosyntézu využívaly i první organismy na Zemi.

Pokračuje i výzkum pomocí vrtů do mořského dna – odebrání a analýza vzorků. Sběr mořských sedimentů (*International Marine PAGES Programme*) chce odpovědět na tři základní otázky: Jak působily změny při hladině oceánů na globální tepelnou výměnu mezi povrchem a hlubinou a jak ovlivňovaly podnebí? Jak spolu souvisely změny v mořských proudech, změny v chemické a biologické aktivitě v oceánech a jak způsobily pozorovaný rekord v množství atmosférického CO₂ v průběhu posledních 800 000 let? Jak dalece souvisí pevninské podnebí s ději na povrchu a v hlubinách oceánů?

Evropské podnebí silně ovlivňuje *rozložení tlaku vzduchu v severním Atlantiku*, zejména rozdíl tlaků mezi oblastí Azor (kde bývají tlakové výše) a Islandu (kde bývají tlakové níže). Tento rozdíl ovlivňuje např. srážky v Norsku, a tím i rozšiřování tamních ledovců; ovlivňuje také oteplování v Arktidě či v budoucnu předpokládané větší srážky v severní Evropě a naopak vysoušení jižní Evropy. Je zajímavé sledovat, jak se tento rozdíl tlaků měnil v minulosti (byl velmi malý např.

v „malé době ledové“ v 18. století) i jaký vliv na něj má lidská činnost.

Vliv oceánu na podnebí se v poslední době projevil známými klimatickými jevy *El Niño* a *La Niña*. Zda tyto jevy nastanou, může být předpovězeno pozorováním anomálního atmosférického tlaku a teploty vody. Pozorování se provádí pomocí komerčních lodí na pravidelných linkách, pomocí bójí a satelitů. Základní charakteristikou *El Niño* je vzrůstání teploty moře od západu na východ; rozdíl mezi výškou hladiny na západě a na východě je až 60 cm. Jev je již celkem dobře předvídatelný až v šestiměsíčním předstihu. Má dopad na zdraví obyvatelstva, a tím i na ekonomiku dotčených zemí.

Změny výšky a tvaru hladiny oceánů souvisejí s *pohyby v zemské kůře*. Je zajímavé, že i na poměrně blízkých místech se hladina moře mění v čase různě. Příčiny jsou různé – nová podmořská hora, tání ledovce na pobřeží, silný trvalý vítr k pobřeží aj. O tom, kam až sahala moře v minulosti, svědčí třeba základy řeckých a římských staveb, které jsou dnes pod hladinou, či korálové útesy. Změny mají vliv i na viskozitu Země.

Pro Evropu je důležité studovat *minulost a přítomnost Středozemního moře*, které díky své malé rozloze ihned odpovídá na změny klimatu. Před otevřením Gibraltarské úžiny to byla vyprahlá poušť, která pak byla zatopena chladnou atlantickou vodou. Zajímavé je, že v jisté době byly spodní vody zcela neokysličené, protože vrchní vrstva vody zabraňovala výměně kyslíku mezi atmosférou a vodou v hlubině. Člověk značně zasáhl do ekosystému Středozemního moře prokopáním Suezského průplavu, po jehož otevření se v podstatě v celé východní části moře rozšířily nepůvodní druhy rostlin a živočichů. Stejným způsobem bylo postiženo i Rudé moře. Současně s tím proběhly i některé klimatické změny v okolí Středozemního moře.

Snaha vědců-geofyziků o přiblížení problematiky *oceánu* středoškolským učitelům vyzněla na semináři v Nice nesmírně přesvědčivě. Lze očekávat, že prostřednictvím učitelů budou středoškolské studenty více informováni o strategii i o novinkách výzkumu v geofyzice, o komplexní problematice tak širokého vědního oboru. Geofyzika, podobně jako již dříve fyzika pevných látek a fyzika vysokých energií, tak udělala významný vstřícný krok pro popularizaci svých aktuálních vědeckých poznatků.