

Martin Mojžiš: Štyri prsty tapíra

V knihe nájdete desať päťčlánkových sérií z rubriky .veda z časopisu .týždeň. Dozviete sa množstvo odpovedí, okrem iného aj na tieto otázky:

Ako sa dá odvážiť zemegula? Čo všetko sa dá dozvedieť z kúska kriedy? Ako ovplyvnil zemiak dejiny sveta? Sú neutrína rýchlejšie ako svetlo? Kedy a prečo bolo naše hlavné mesto centrom svetovej vedy? Prečo si nevážime alchýmiu? Na ktoré matematické problémy je vypísaná miliónová odmena? Ako vzniká pri prdení ten zvuk? Čo je a čo nie je Higgsov bozón? Kde sú mimozemšťania?

Obsah:

Päťkrát o zemeguli Meranie Zeme

Päťkrát o amerických plodinách

Päťkrát o vápniku Kolobeh vápnika vo

Päťkrát o neutrínach

Päťkrát o Viedni

Päťkrát o nemožnostiach

Päťkrát o problémoch tisícročia

Päťkrát o výlučkoch

Päťkrát o Higgsovom bozóne

Päťkrát o všeličom

Ukážka:

Namiesto úvodu

Je až neuveriteľné, čo všetko sa deti dokážu v škole nenaučiť. Aké úžasné obranné mechanizmy si vie detská hlava vytvoriť, aby do seba nevpustila zbytočné informácie. Napríklad také párnokopytníky a nepárnokopytníky. Ja osobne som tejto otázke v škole nevenoval pozornosť ani pol sekundy. Dokonca som si myslel, že delenie na párnokopytníky a nepárnokopytníky sa robí na základe počtu kopýt. Vôbec mi pritom nedošlo, že v takom prípade by bol jediným nepárnokopytníkom čert. Z hlbokkej ignorancie som sa nenechal vyvieť ani neskôr, keď som sa dozvedel, že dôležitý nie je celkový počet kopýt, ale len počet kopýt na jednej nohe. Skutočnosť, že mnohé zvieratá chodia po špičkách, pričom našľapujú na rôzny počet prstov zakončených zrohovateným tkanivom, ma nijako zvlášť nevzrušila. Čo je na tom, že kôň chodí po jednom prste a ťava po dvoch? Prvú trhlinu v mojej úprimnej ľahostajnosti spôsobil až tapír. Keď som sa dozvedel, že tento zvláštny tvor chodí na predných nohách po štyroch prstoch a na zadných po troch prstoch, celkom ma to zaujalo. Bol som zvedavý, či je predná polovica tapíra párnokopytník a zadná nepárnokopytník, alebo či to tí zoológovia vyriešili nejako inak. Vysvitlo, že celý tapír je nepárnokopytník. Bol som sklamaný. Toto má byť akože veda? Vymyslia si nejakú čudnú klasifikáciu (počet prstov, ha-ha), a keď im ju tapír elegantne nabúra, tak tam pridajú ďalšie bizarné kritérium (zadné nohy, ha-ha-ha). Celé mi to začalo byť úplne protivné. Myslel som si, že tapír bude háčik, na ktorom ich nachytám, lenže oni sa z toho takto drzo vyvliekli. A akoby to nestačilo, nakoniec som sa na ten háčik chytil sám. Kvôli tapírovi som sa totiž na tie kopytníky prvý raz v živote trochu pozrel a zistil som, že sú oveľa zaujímavejšie, než som si bol ochotný pripustiť. Dočítal som sa napríklad, že nosorožec, hroch a slon, ktorých som od detstva považoval za akýchsi bratrancov, k sebe vôbec nepatria. Naozaj, nosorožec je nepárnokopytník, hroch párnokopytník a slon ani jedno, ani druhé. Pomerne zvlášťne mi pripadalo aj to, že nepárnokopytníkov je pomerne málo. Vlastne sme ich už všetky spomenuli – kone, nosorožce a tapíry, hotovo. Zato párnokopytníkov je požehnané – kravy, ťavy, bizóny, srnky, lamy, svine, žirafy, ovce, hrochy, antilopy, veľryby.

Veľryby? Áno, podľa najnovších výskumov patria veľryby aj delfíny medzi párnokopytníky. Kde majú prsty? Na nohách. Kde majú nohy? Predné vpredu, zadné v bruchu. Kde sa tam vzali? Pôvodne to boli normálne nohy, ale keď sa tieto cicavce presťahovali zo súše späť do morí, prestali ich potrebovať, a tak sa z predných vyvinuli plutvy a zakrpatené zadné sa schovali do brucha. A koľko majú veľryby kopýt? Nemajú žiadne. Na zvyškoch zadných nôh nemajú ani len prsty, kostra predných plutiev obsahuje zjavných päť prstov, ale nijaké kopytá. Tak prečo ich považujeme za párnokopytníky? Pretože z fosílnych nálezov a z analýzy DNA vieme, že najbližšími žijúcimi príbuznými veľrýb a delfínov sú hrochy. No a hrochy sú párnokopytníky. Fajn, ale nemá hroch už na prvý pohľad predsa len bližšie k nosorožcovi ako k veľrybe? Na prvý

pohľad rozhodne áno, ale vtip je práve v druhom pohľade. Ten nám priniesol v 18. storočí Carl Linné, ktorého význam som ja osobne veľmi dlho nedoceňoval. Myslel som si, že Linné jednoducho vymyslel nejaký systém pomenovania rastlín a živočíchov, ktorý je do značnej miery ľubovoľný, ale bol všeobecne prijatý, a preto sa ho musíme všetci učiť. Oči mi otvorila až esej Stephena Jay Goulda Prvé odmaskovanie prírody. Z nej som pochopil, že Linného systém vôbec nie je „a system“, ale „the system“. Linné totiž ako prvý v histórii nezaložil svoju klasifikáciu živých organizmov na ich užitočnosti z pohľadu človeka, ale na významných anatomických znakoch. Ako veľmi šikovný pozorovateľ pritom presne trafil, čo je významné viac a čo menej. A tak napriek tomu, že sám veril v jednorazové stvorenie všetkých rastlín a zvierat všemohúcim Bohom, pripravil pôdu pre Darwinovu evolučnú teóriu, ktorú považuje Gould za druhé odmaskovanie prírody. Ako prišiel Linné na delenie kopytníkov na páрно- a nepárno-? Nijako, on tak kopytníky nedelil. S tým prišiel až po sto rokoch Darwinov súčasník Richard Owen. Ten si na základe bohatých fosílnych nálezov všimol, že kôň, nosorožec a tapír majú predchodcov, ktorých evolučná línia sa podstatne líši od línie iných kopytníkov. Podstatné pritom boli práve tie dve odlišné evolučné línie, nepárny počet kopýt bol len vhodným vonkajším znakom, podľa ktorého bolo možné obidve línie odlíšiť. Najpoučnejšie na tom celom je, že hoci Linného systému dnes rozumieme na základe evolučnej teórie, v skutočnosti túto teóriu o storočie predbehol a svojím spôsobom k nej vydláždil cestu. Také niečo sa stalo v dejinách vedy niekoľkokrát a vždy to predstavovalo jednak významný medzník a jednak geniálny vhľad do vecí, ktoré zostávajú pri bežnom pohľade skryté. Svet okolo nás sa nám totiž často javí tak, že povrchné súvislosti sú viditeľné ľahko a hlboké ťažko, alebo vôbec nie. Typickým príkladom sú hviezdy, ktoré sa nám javia zoskupené do súhvezdí (pozorovateľných voľným okom), ale v skutočnosti sú zoskupené do galaxií (pozorovateľných iba dostatočne výkonnými ďalekohľadmi). Rozdiel medzi zdôrazňovaním zdanlivých a skutočných zoskupení hviezd je v podstate rozdielom medzi astrológiou a astronómiou. A to je veru rozdiel. Aké sú ďalšie príklady odhalenia skrytého systému, ktorý viedol k objavu hlbokých a nečakaných súvislostí v rámci danej vedeckej disciplíny? A kto sú tí géniovia, ktorí – podobne ako Linné – tento systém uvideli? Spomeňme aspoň dvoch: Dmitrija Mendelejeva a Murraya Gell-Manna. Dmitrij Mendelejev objavil periodickú sústavu chemických prvkov, čiže ich dovtedy netušené usporiadanie na základe správne identifikovaných najvýznamnejších vlastností. Tento jeho objav síce nevedol priamo k vzniku kvantovej mechaniky, ktorá je skutočnou podstatou tohto usporiadania, ale umožnil jednak oveľa hlbšie pochopiť celú chémiu a jednak pochopiť (po objave kvantovej mechaniky), že celá chémia je vlastne fyzika. Murray Gell-Mann (a nezávisle od neho Yuval Ne'eman) si všimol dovtedy prehliadanú súvislosť medzi niektorými elementárnymi časticami a na základe tejto súvislosti klasifikoval častice celkom novým spôsobom. Tento jeho objav viedol priamo k objavu kvarkov, ktoré o čosi neskôr objavil práve Gell-Mann (a nezávisle od neho George Zweig). A bez objavu kvarkov by sme nikdy elementárnym časticám nerozumeli do tej miery, do ktorej im dnes rozumieme. Tak veru, mnohé zdanlivo nezaujímavé veci, ako napríklad

klasifikácie organizmov, chemických látok či elementárnych častíc, sú pri bližšom pohľade nielenže zaujímavé, ale úplne fascinujúce. O sprostredkovanie tejto fascinácie sme sa veľa rokov snažili v rubrike veda časopisu .týždeň. Po čase vyšli mnohé články z tejto rubriky aj knižne. Knižky sa volajú Jeden výchych koňa, Dva hrby ťavy a Tri hlavy draka. Toto je štvrtá kniha tejto série a čitateľ v nej nájde články publikované v rokoch 2010 až 2012. Snáď sa mu budú páčiť.

Aha, a ešte poďakovanie. Ďakujem všetkým ľuďom, ktorí mi s prípravou tejto knihy pomohli. Bolo ich dosť a som im nesmierne vďačný.

Päťkrát o zemeguli

Meranie Zeme

Prírodné vedy sú založené na pozorovaní a meraní. Vedecké teórie sa od rôznych viac či menej zaujímavých špekulácií líšia práve tým, že stoja (a padajú) na presných meraniach. Ale je to aj naopak. Bez dobrých teórií by sme totiž nevedeli odmerať skoro nič.

Teda, presnejšie povedané, vedeli by sme odmerať všeličo, ale boli by to väčšinou len bezprostredne dostupné veci. Dokázali by sme napríklad pomerne ľahko zistiť, aká veľká je nejaká marhúľa, koľko váži, aké veľké je jej jadro, a tak ďalej. Keby sme však chceli zistiť to isté, povedzme, o Zemi, už by to také ľahké nebolo. Ako vlastne ľudia zistili, aká veľká je naša Zem, koľko váži a z čoho sa skladá? Nuž, zistili, respektíve odmerali to rôzne, ale všetky tie rôzne merania mali jedno spoločné – vždy sa meralo niečo zdanlivo úplne iné než samotná Zem a len vďaka predchádzajúcemu teoretickému porozumeniu sa z týchto meraní dali vydedukovať základné miery, váhy a štruktúra našej planéty. Niekoľkotisícročný príbeh týchto meraní je vynikajúcou ilustráciou jemnej súhry experimentu a teórie v prírodných vedách. Skúsime sa mu preto trochu venovať v tejto úvodnej sérii celej knihy. A začneme s tou veľkosťou.

Aristoteles

Keby bola Zem plochá, dala by sa odmerať asi len tak, že by sme prešli z jedného konca na druhý. Ale ona je guľatá, a tak ju Eratosthenes dokázal odmerať bez toho, že by sa pohol z Alexandrie. O tom, že Zem v skutočnosti nie je plochá, vedeli múdri ľudia naozaj dávno. Traduje sa, že o guľatosti Zeme bol presvedčený už Pytagoras, ktorý žil pred viac ako 2 500 rokmi. Pytagoras vraj považoval guľu za dokonalý tvar a zdalo sa mu, že v prípade Zeme neprichádza do úvahy nič iné, len práve dokonalý tvar. Okrem tohto špekulatívno-estetického argumentu existoval aj argument empirický. Z lodí, ktoré sa vracali k pobrežiu s vysokými horami alebo útesmi, bolo najprv vidieť vrcholky týchto hôr či útesov. Nižšie časti sa stávali viditeľnými až pri postupnom približovaní lode. Na plochej Zemi nemá tento jav prirodzené vysvetlenie. Na guľatej Zemi je to však nevyhnutne práve tak, ako to pozorovali námorníci. Zhruba o dvesto rokov neskôr iný šikovný Grék – tentoraz to bol Aristoteles – pridal ďalšie dve významné empirické zdôvodnenia guľatosti Zeme. Prvé sa týkalo pozorovania hviezd. Hviezdna obloha vyzerala trochu inak, keď sa pozorovala z dvoch rôznych miest, z ktorých jedno ležalo južnejšie a druhé severnejšie. Obzvlášť výrazné to bolo v prípade jasných hviezd ležiacich nízko nad obzorom. Typickým príkladom bola hviezda Canopus – v Egypte viditeľná, v Grécku neviditeľná (pretože skrytá za obzorom). Aristoteles vedel tieto rozdiely jednoducho vysvetliť. Za predpokladu, že Zem je guľatá. Ešte presvedčivejšie bolo iné Aristotelovo zdôvodnenie guľatosti Zeme. Týkalo sa zatmení Mesiaca. O tých Aristoteles správne predpokladal, že sú spôsobované tieňom, ktorý na Mesiac vrhá naša Zem. A keďže tento tieň bol vždy okrúhly, musela byť podľa Aristotela Zem guľatá. Pretože jediné teleso, ktoré vrhá vždy okrúhly tieň, je práve guľa.

Eratosthenes

O ďalších sto rokov sa šéf alexandrijskej knižnice Eratosthenes dočítal v jednom zo zvitkov o zaujímavom jave. V meste Syene (dnešný Asuán) v južnom Egypte vraj svieti slnko v deň letného slnovratu až na dno hĺbokej studne. To bolo naozaj neobyčajné, pretože také niečo môže

nastať len ak je slnko aspoň na chvíľu úplne presne nad studňou. Ale to, ako naložil s touto informáciou Eratosthenes, bolo ešte neobvyčajnejšie.

V deň letného slnovratu odmeral, aký dlhý tieň vrhá stĺp v Alexandrii. A týmto jednoduchým meraním zistil, aký je obvod Zeme. Na to, aby sme vedeli priamo dostupnú vec, akou je dĺžka tieňa, previesť na vec zdanlivo celkom nedostupnú, akou je obvod Zeme, bola potrebná nejaká teória. Tou bola v tomto prípade geometria. Mesto Syene ležalo skoro presne na juh od Alexandrie, takže na guľatej Zemi predstavovala cesta z jedného mesta do druhého cestu po oblúku kružnice, ktorú nazývame poludníkom. Ak by sme vedeli, aký dlhý je tento oblúk a akú časť celkovej dĺžky kružnice predstavuje, vedeli by sme jednoducho vypočítať obvod kružnice, a teda obvod Zeme. Najťažšie bolo zistiť, akú časť kružnice predstavuje oblúk medzi dvomi mestami. Na číselné vyjadrenie tejto (zatiaľ neznámej) informácie použil Eratosthenes uhol, ktorý zvierajú spojnice stredu Zeme so Syene a stredu Zeme s Alexandriou. Tento uhol síce merať nedokážeme, ale geometria nám prezradí, že je presne rovnako veľký ako iný uhol, ktorý už merať vieme. Slnčné lúče dopadajúce na rôzne miesta zemského povrchu sú totiž prakticky rovnobežné (to je dôsledok veľkej vzdialenosti Slnka od Zeme) a uhly, pod ktorými pretína nejaká priamka dve rovnobežky, sú rovnaké (pozri obrázok).

To však znamená, že nemerateľný uhol v strede Zeme sa rovná ľahko merateľnému uhlu v pravouhlom trojuholníku, ktorého dve strany tvoria Eratosthenov stĺp a jeho tieň. Meraním dĺžky tieňa odmeral Eratosthenes zdanlivo úplne nezaujímavý uhol v nejakom smiešnom trojuholníku, o ktorom ale vedel teoreticky dokázať, že je rovný nesmierne zaujímavému uhlu v strede Zeme. Akonáhle poznal tento uhol – a vyšlo mu to nejakých sedem až sedem a pol stupňa – vedel, že vzdialenosť zo Syeny do Alexandrie predstavuje asi jednu päťdesiatinu obvodu Zeme ($7,2^\circ/360^\circ = 1/50$). Ďalej vedel, že karavánam trvá cesta zo Syene do Alexandrie päťdesiat dní. A ešte vedel, že karavána prejde denne zhruba sto štadiónov (jeden štadión bola dĺžka bežeckej dráhy v Olympii, v dnešných jednotkách je to asi 185 metrov). Z týchto čísel si ľahko vypočítal, že vzdialenosť Alexandrie od Syene bola približne päťtisíc štadiónov. A obvod Zeme mu vyšiel 50-krát väčší, čiže 250 000 štadiónov. V dnešných jednotkách predstavuje toto číslo 46 250 km, čo sa od skutočnej hodnoty 40 000 km líši o zhruba pätnásť percent, ale aj tak ide o pozoruhodne presné meranie. Podľa niektorých historikov mohol Eratosthenes používať nie olympijský, ale takzvaný egyptský štadión, ktorý je o niečo kratší. V takom prípade by jeho odchýlka od skutočnej hodnoty, ako ju poznáme dnes, bola dokonca len na úrovni jedného percenta. Ale to nie je pre naše rozprávanie podstatné.*