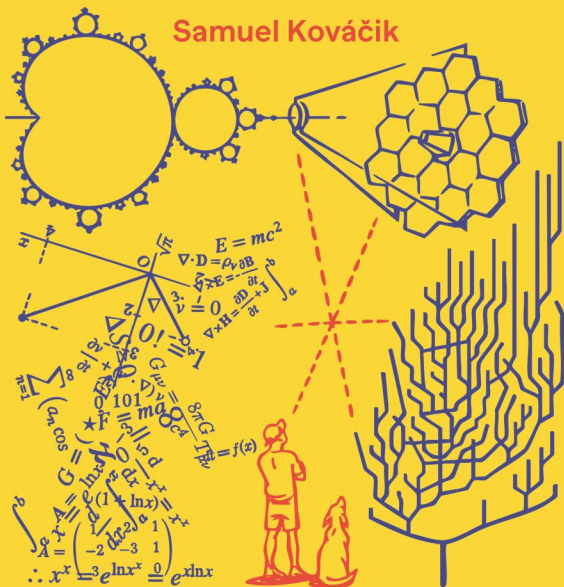




LIMITY POZNANIA

Samuel Kováčik



CESTA TAM A EŠTE ĎALEJ



Samuel Kováčik

LIMITY POZNANIA

CESTA TAM A EŠTE ĎALEJ

slovart

Text © Samuel Kováčik 2025

Illustrations © Kamila Krkošová 2025

Slovak edition © Vydavateľstvo SLOVART, spol. s r. o., Bratislava 2025

Všetky práva vyhradené. Žiadna časť tejto knihy sa nesmie reprodukovať ani šíriť v nijakej forme ani nijakými prostriedkami, či už elektronickými, alebo mechanickými, vo forme fotokópií či nahrávok, respektíve prostredníctvom súčasného, alebo budúceho informačného systému a podobne bez predchádzajúceho písomného súhlasu vydavateľa.

ISBN 978-80-556-7271-7

*Všetkým, ktorí posúvajú
limity poznania.*



Obsah

Úvod.....	7
Mysel' a vesmír.....	11
Nebeské hodinky.....	13
Vyšší poriadok.....	18
„Polib si“ elipsy.....	20
O mapách.....	22
Atlas.....	25
Večná zmena.....	27
Okamžitá zmena.....	30
To je sila!.....	33
A už sa točí.....	36
Teória mikroorganizmov.....	38
Pozrime sa na to.....	42
Teória vývoja.....	43
Dve kráľovné.....	47
Svet jednotiek a núl.....	51
Počítaj so mnou.....	55
Žonglovanie záujmov.....	57
Viac je niekedy akurát.....	60
Tvrďší oriešok.....	62
Čo je to teda teória?.....	65
Existuje matematika?.....	67
Vymyslené čísla.....	72
Meteorológ s presahom.....	79
Chaotická história.....	80
Problém troch telies.....	83
Jednoduchá zložitosť.....	86
Dokonale jasný postup.....	91
Algoritmus života.....	93
Zvláštne ťažké počty.....	96
Čakacia lehota.....	98
Postupné olupovanie.....	101
Príklady príkladov.....	104
Ozaj ťažké príklady.....	107
Ľahké odpovede a ťažké odpovede.....	110
Zanietený matematik.....	114

Pokus o kontakt s nekonečnom.....	116
Nadrozmerné krivky.....	118
Nemožné množiny.....	121
Menšie nekonečno a väčšie nekonečno.....	123
Otázky za milión.....	127
Šíriaca sa nákaza.....	128
Nekonečné problémy.....	130
Je fyzika nekonečná?.....	133
Zbehlý génius a plachý génius	138
Neúplnosť.....	144
Múdre čísla.....	147
O myšliach a strojoch.....	148
Na dobré sa čaká.....	152
Metamatické čary.....	155
Vyčíslená zložitost'.....	159
Jediný skutočný Marťan.....	162
Nech žije život!.....	169
V srdci bayesián.....	175
Jedna hypotéza vládne všetkým	180
Hádaj, na čo myslím.....	182
Učiť sa je nielen ľudské.....	188
Biochemická kuchyňa.....	192
Šľachtenie poznania.....	196
Čo je to život?.....	204
Nitka.....	210
Existuje pravda?.....	211
Jazyk prírody.....	216
Zložitá sieť.....	219
Nadmyseľnosť.....	226
Osvietenstvo a stagnácia.....	233
Fyzikálna cenzúra.....	242
Ľudové limity.....	245
Nenásytnosť.....	248
O pôvode poznania.....	253
Podakovanie.....	255
Zoznam literatúry a iné zdroje.....	256

Úvod

„Prečo ste to začali skúmať?“ Túto otázku mi položila manželka Nikol na večeri, kam sme zašli po svojej prednáške o kvantovom priestore a mikroskopických čiernych dierach. Pozeraním z okna som získal pár sekúnd na premyslenie, odpovede mi napadli hneď tri. Odpil som si z pohára minerálky a spustil.

„Chceme pochopiť, kde sme sa presne vzali. Ak tvoria malé čierne diery tmavú hmotu, vplývajú na vznik štruktúr vo vesmíre, ktorých dôsledkom sme aj my.“ Veľa výskumu sa naozaj venuje otázke nášho vzniku. Chceme vedieť, prečo sa náš vesmír začal rozpínať, prečo sa zhlukovali molekuly v starých oceánoch a čo prinútilo našich predkov zliezť zo stromov. Z postupnosti od Veľkého tresku až po moderný svet plný života, daňových priznaní a dopravných zápch už máme celkom jasne narysované kontúry; zostáva však mnoho nevyjasnených, viac či menej významných aspektov. Nezabralo to: „Sú tam aj väčšie otázky. Napríklad ako vznikol život? To tiež nevieme.“ Mala pravdu, týmto sa neobhájim.

Tušil som, že moja prvá odpoveď nezaberie, a tak som mal nachystanú druhú: „Je to, ako keď ľudia skúmali podstatu hmoty len preto, že ich to zaujímalo, a nakoniec máme vďaka tomu jadrovú energiu, polovodiče či fotovoltiku. Podobne je to s podstatou priestoru. Ak sa nám ju podarí pochopiť, budeme ho možno – nejako – vedieť využiť vo svoj prospech.“ Vedci ničो objavia a profitujú z toho všetci.

Táto odpoveď hodná grantovej žiadosti je podľa mňa legitímna. V histórii ľudstva sa tento scenár opakoval mnohokrát. Na začiatku bol niekto zvedavý, niečo objavil a neskôr – o pár rokov, desaťročí či storočí – tento objav zmenil svet. Pozrite sa okolo seba. Ak práve túto knihu nečítate nahý v strede lesa, tak sa okolo vás nachádza veľa dôsledkov ľudskej zvedavosti. A dokonca, ak ju aj čítate nahý v strede lesa, samotná kniha bola finančne dostupná aj vďaka tomu, že v roku 1831 Michael Faraday skúmal magnetickú indukciu.

Niekedy je bádania cielené. V prvom storočí nášho letopočtu Cchaj Lun skúmal, ako jednoducho vyrobiť hladký a pevný papier na písanie. Vedeli by ste vyrobiť atrament, ktorým sú napísané tieto slová? Prvé formy atramentu poznali už v Egypte pred 4 600 rokmi! Tak vidíte, ani čítať knihu nahý v lese nemôžete bez toho, aby ste okolo seba nemali príklady výsledkov ľudskej zvedavosti, bádania a poznávania sveta. A to ste holý v lese.

Oblečený v meste, obklopený dymiacimi strojmi a bzučiacimi zariadeniami, obtekaný prúdom digitalizovaných informácií vysielaných na vhodných frekvenciách, nasýtený jedlom vypestovaným vďaka umelým hnojivám, možno živý vďaka liekom a vakcínam – pohodlie a luxus modernej doby nám priniesli ľudia, ktorí sa krčili nad mikroskopmi a hrubými knihami, škrabkali sa po hlave a vydávali citoslovce vedy: „Hmmm.“ Poznanie nám prinieslo blahobyť a kto nesúhlasí, môže skúsiť novoročné predsavzatie žiť týždeň bez hocijakého výdobytku vedy.

Táto odpoveď, tuším, zabrala. Teda neviem presne – akurát nám doniesli jedlo, a tak sa téma rozhovoru zmenila. Ale argument „veda prináša progres“ funguje a je, myslím, celkom rozumný. Na svete je o čosi menej než desať miliónov vedcov a vedkýň – veľa hladných krkov, ktoré musí zvyšok populácie živiť a šatiť. Je teda dobré, že je z nás vidno úžitok. Tých desať miliónov tvorí ekosystém, z ktorého si ďalšie generácie budú pamätať len pár mien. Ak by však bol Faraday jediným vedcom svojej generácie, z jeho objavu by sme nemali nič. Po prvé by ho asi ani nespravil, po druhé by naňho nemal kto nadviazať. Veda je sofistikovaný komplex tvorenia, rozpracovávaní, kritizovania a overovania myšlienok, ktoré skúmajú svet do najmenších detailov a najhlbšej podstaty. Aj preto nás musí byť tak veľa, pokojne by nás však mohlo byť aj viac. Ako by vyzeral svet, na ktorom by bolo vedcov sto miliónov? Alebo miliarda? Takže ako som povedal – táto odpoveď asi zabrala. Je to škoda, lebo som mal nachystanú ešte jednu ultimátnu odpoveď: „Lebo je to tak!“

Zvedavosť a chuť objavovať máme v génoch. Aj preto sa naši predkovia vybrali cez púšte, hory a moria. Preto sa ľudia terigajú na najvyššiu horu sveta, tlačia sa do stiesnených jaskýň, spúšťajú sa na dno oceánu. Sme zvedaví. Sme zvedaví, ako sa dajú vyhrať piškvorky, ako trochu rýchlejšie prenásobiť matice a čo o nás hovoria ostatní. Skúste niekomu povedať: „Dnes sa mi stala taká zvláštna vec,“ a tam prestaňte. Toho druhého pôjde od zvedavosti rozdrapiť. Chceme vedieť, z čoho sa skladajú atómy, ako funguje rádio, kedy zhasne Slnko. Niektorí sú zvedaví viac, iní menej. Nieкого viac zaujímajú medziľudského vzťahy, iného zas prírodné javy. Zvedavosť máme v sebe a pýtať sa, prečo to chcem vedieť, je tak trochu ako sa pýtať, prečo mám chuť na sladké. Jednoducho je to tak. Prináša to úžitok a mozog nás za to odmeňuje. Vedci sú ľudia, ktorí zvedavosti venujú celý svoj život a snažia sa k nej pristupovať systematicky a zodpovedne. Aj preto, že chcú maximalizovať šance, že na otázky, ktoré ich zaujímajú, nájdu správne odpovede. Ale aj preto, že si poznanie, ktoré ľudstvo získalo, ctia a považujú ho za veľkú hodnotu.

Obyčajné zázraky boli o povahe jednoduchých fyzikálnych javov. *Kúsky reality* sa síce zaoberali fyzikou čudných vecí, v skutočnosti však išli smerom k základom – boli o povahe samotného času a priestoru. Keď som ich dopísal, hneď som vedel, ktorým smerom pokračovať a ako trilógiu završiť. Táto kniha je o poznaní. O teóriách, objavovaní a o tom, ako poznanie vzniká a čo pre nás predstavuje. Poznávanie sveta je nielen o objavoch, ktoré sme spravili a spravíme, je aj napĺňaním hlbokej podstaty života. Vytvorili sme veľké teleskopy, urýchľovače častíc dlhé desiatky kilometrov, zmapovali sme ľudský genóm. Projekty trvajúce roky a desaťročia. Astrofyzik Norbi Werner to pekne prirovnáva k stavbám katedrál – ide o projekty pre viaceré generácie. Podľa mňa to katedrály pripomína aj tým, že budujeme niečo, čo nás presahuje a súvisí s našou hlbokou podstatou – cez vesmír hľadáme na seba. To, ako tento svet poznávame a čo sme sa už o ňom dozvedeli, vo mne osobne vyvoláva pokoru a bázeň. Pokúsim sa ten pocit preniesť aj na vás.

Mysel' a vesmír

Keď sa niekoho opýtate, aké sú najväčšie záhady na tomto svete, tak si zamyslene pošúcha bradu a možno povie, že niečo vo vesmíre. „A kde sa to všetko vzalo?“ Alebo povie, že najväčšia záhada je ľudská myseľ. S obomi sa dá súhlasiť, nie? Niečo majú tie dve veci spoločné. Nielen to, že nočná obloha aj ľudská myseľ naozaj ukrývajú záhady – to je pomerne triviálne pozorovanie. Na oboch je podobné a zaujímavé, že síce sú súčasťou našich životov, no ani na jedno z nich si nemôžeme siahnuť. S trochou šťastia či námahy sa na ne aspoň môžeme pozerieť, pomerne zľahka však o nich môžeme premýšľať – dotýkame sa ich myslou.

Myslím, že tá nedostupnosť je súčasťou ich čara. Napríklad na splachovací záchod či otvárač na konzervy sa rovnako hlbavo pozerieť nedá. Môžem na ne ukázať prstom, zamyslieť sa, ako sa v nich veci hýbu, rozobrať ich, ideálne znovu poskladať a zhodnotiť: „Aha, takto to funguje!“ A je po záhade. Môžete však hľadiť celé dni do očí blízkeho človeka a môžete celé noci pozerieť na tmavú oblohu a hviezdy na nej, formovať si predstavy, modely, príbehy, pravidlá, zákonitosti; môžeme sa len pozerieť a záhady zostávajú.

No dobre, uznávam, trochu nám krivdím. Veľkú časť histórie sme sa naozaj mohli iba dívať, dnes už vieme viac. Do vesmíru sme sa už pozreli, osobne na Mesiace, roboticky na rôzne planéty, mesiace či asteroidy. Do mozgu, v ktorom sídli myseľ, sme zas zaviedli sondy, sledujeme pohyb nervových signálov, ktoré nesú myšlienky, aj keď tomuto súvisu zatiaľ nerozumieme tak dobre, ako by sme chceli. Získavame však aspoň istý náhľad.

Tipoval by som, že ľudská myseľ ľudí fascinovala od nepamäti, akurát sa o tom ťažko zachytávali prehistorické zmienky. O tom, či ľudí fascinovala nočná obloha, však máme dôkazov dosť. Ak sa na Stonehenge pozerá bežný turista, asi sa čuduje, ako to dokázali postaviť: „Vau, ako zdvihli také veľké kameňe?“ Keď sa naň však pozrie astronóm, tak si síce ako prvú vec povie to isté, no hneď sa zamyslí nad súvisom usporiadania kameňov a oblohou, ktorá sa nad nimi týči. Po troche pátrania zhodnotí: „Určite to súvisí s pohybom Slnka. Alebo niečo také.“ Áno, pohyb Slnka po oblohe si nespájate s nočnou oblohou, keďže práve ono ju robí dennou. Inak je však podobné iným objektom, ktoré sa po oblohe pohybujú. Na tomto pohybe je niečo veľmi, ale naozaj veľmi zvláštne. Ako si uvedomili už ľudia stavajúci Stonehenge – a aj mnohí pred nimi, napríklad v Nabta Playa v Egypte a pravdepodobne aj oveľa skôr všelikde inde –, pohyb

objektov po oblohe a ich umiestnenie nie sú také chaotické a nepredvídateľné ako väčšina vecí okolo nás. Nočná obloha má pravidlá a zákony, správanie na nej sa často opakuje a dá sa tak predpovedať.

Takmer všetko okolo ľudí sa správalo – a stále správa – zložito, chaoticky a sotva predvídateľne. Správanie ľudí aj zvierat sa menilo, počasie sa dopredu určovalo ťažko, búrka raz prišla a raz neprišla, sucho bolo najprv krátke, potom kruto dlhé. Vrtochy počasia, premenlivá ľudská nátura, meniace sa návyky lovenej zveri. Všetko si akoby robilo, čo chcelo, riadilo sa to vlastným životom. No také Slnko či Mesiak vyšli presne vtedy, keď mali, a presne tam, kde sa to dalo čakať. Žiadne meškanie, žiadna náhla zmena smeru či nečakané poskočenie. Mohlo sa zmeniť miesto, kde rastú bylinky a kde sa v rieke dobre chytajú ryby, no súhvezdia vyzerali rovnako pri narodení človeka aj pri jeho pohrebe.

Často boli snahy ľudí pochopiť pravidelnosť oblohy márne. Zoberte si také súhvezdia. Je prejavom ľudskej mysle hľadať v náznakoch súvislosti, a tak asi nie je prekvapivé, že keď niekto videl veľa bodiek na oblohe, hľadal v nich objekty. Tu je ryba, tu je medvedica a tu zase rak. Tento postup je však prob-



lematický. Keď niekto rozmýšľa o Veľkom voze ako o súhvezdí a vymýšľa, akými pravidlami sa riadi, má to tri háčiky. Po prvé – pardon, toto je tak trochu ťahanie za slovíčka –, Veľký voz nie je súhvezdie, ale asterizmus. Asterizmus je niečo, čo by sme v princípe mohli nazvať súhvezdím, len sme to nespravili. Existuje zoznam 88 oficiálnych súhvezdí. Iné výrazné skupiny hviezd voláme asterizmy – takže máme pre prakticky rovnaké veci dva rôzne názvy. Po druhé, hviezdy na oblohe nie sú úplne statické – pohybujú sa, akurát veľmi pomaly. Skôr či neskôr sa rozdiel prejaví a súhvezdia sa pomenia. Tretia poznámka je však najdôležitejšia, hviezdy v súhvezdiach či asterizmoch v skutočnosti nie sú pri sebe.

Zoberme si ten spomínaný Veľký voz, ten nájde na oblohe každý. Teda, každý na severnej pologuli našej Zeme. Jeho najbližšia hviezda Merak je od nás vzdialená 79 svetelných rokov, najvzdialenejšia Dubhe až 124 svetelných rokov. Ešte extrémnejšie je to v súhvezdí Orion, tam je rozpätie 250 až 1 344 svetelných rokov. Na oblohe vyzerajú byť blízko seba, no je to len uhol pohľadu – z inej slnečnej sústavy môžu byť tieto hviezdy na úplne iných častiach oblohy. A, naopak, hviezdy, ktoré my vidíme ďaleko od seba, vidí niekto pozerajúci sa pod vhodným uhlom blízko pri sebe. Súhvezdia a asterizmy sú teda len dôsledkom toho, odkiaľ sa na ne pozeráte.

Snaha pochopiť nočnú oblohu cez správanie súhvezdí, ktoré im pripisujeme na základe ich zdanlivého tvaru, je odkázané na neúspech. Ukázať prstom na zopár bodiek a povedať: „Hľa, lev,“ však nebolo zbytočné. Keď nič iné, hviezdy slúžili na navigáciu, a keď dáte bodkám mená, lepšie si ich pamätáte a lepšie niekomu inému vysvetlíte, kam sa má pozeráť.

Nebeské hodinky

Dávne artefakty sú dôkazom snáh o hľadanie systému a poriadku na nočnej oblohe. Jeden taký artefakt máme vďaka príbehu, ktorý je ako z béčkového filmu. Henry Westphal a Mario Renner si v roku 1999 zobrali detektor kovov, lopatu a len tak, bez taktu a licencie, sa vybrali hľadať staré poklady blízko nemeckého mesta Nebra. Usmialo sa na nich šťastie, teda aspoň si to mysleli. Našli pár mečov, časti sekier, náramkov a kovový disk, ktorý pri vykopávaní lopatou poškodili. Ich činnosť bola nelegálna a lup museli predáť priekupníkovi – dostali niečo vyše tridsaťtisíc mariek. Korisť

postupne menila majiteľov, pekne z ruky do ruky, a jej hodnota postupne stúpala k státisícom.

O dva roky sa o existencii disku dozvedela verejnosť a rok nato ho pri zásahu konečne získala polícia a od nej štátny archeológ Harald Meller. Zlodeji pokladov museli mať pocit, že lup bol prekliaty, keďže najprv boli za svoje činy potrestaní jeden štyrmi a druhý desiatimi mesiacmi vo väzení, a keď sa odvolali, súd im každému pridal ešte dva mesiace navyše. Uznajte, horšie ako kliatba faraóna! Takýto spravodlivý trest čaká ľudí, ktorí najprv lopatou poškodia a potom na čiernom trhu predajú niečo, čo spätne UNESCO vyhodnotilo ako jeden z najvýznamnejších archeologických objavov dvadsiateho storočia. A oni ho omlátia lopatou a potom sa ešte sťažujú na výšku trestu, no chápete?

Disk z Nebry je asi tridsaťcentimetrový bronzový disk so zlatými symbolmi zobrazujúcimi Slnko, Mesiac a s kopou bodiek, teda hviezd. Starý je vyše 3 800 rokov, no aj napriek tomuto časovému skoku si myslíme, že celkom rozumieme jeho významu. Súvisí totiž so zákonmi, ktoré sa nezmenili tisíce rokov.

Ako viete, ľudia kedysi nemali mobilné telefóny a dokonca ani hodinky či iné zariadenia na meranie času. Museli sa spoliehať na to, čo mali, a že toho nebolo veľa. K dispozícii boli napríklad objekty na oblohe, ktoré sa, ako sme si už povedali, správali až tvrdohlavo pravidelne. Problém však bol, že každé teleso sa správalo tvrdohlavo trochu inak.

Prvý nápad je očividný – merať dĺžku dňa podľa rotácie Zeme, teda podľa toho, ako Slnko behá po oblohe. Čo však dlhšie časové úseky? V princípe boli dva dobré nápady: riadiť sa Slnkom, teda obehom Zeme okolo neho, alebo riadiť sa Mesiacom. Každý mal svoje pre a proti. Mesiac sa po oblohe pohybuje s kratšou periódou, lepšie ním teda meriate kratšie časové úseky. Pohyb Slnka po oblohe je zas prepojený so zmenou ročných období. To prvé meria približne náš kalendárny mesiac, to druhé meria približne kalendárny rok. Podľa čoho teda merať dlhšie časové úseky, ktoré zachytávajú napríklad zmeny v prírode? Ľuďom napadlo šalamúnske riešenie – používať oboje, aj lunárne mesiace, aj slnečné roky. Malo to však háčik, ich pohyby nie sú dokonale zladené, rok netrvá celonásobný počet mesiacov. Ako dve rôzne merania času držať zosynchronizované? Práve tento problém riešil disk z Nebry.

V skratke, zobrazuje Mesiac v istej špecifickej fáze a vedľa neho známu kôpku hviezd – hviezdokopu Plejády. Na rozdiel od súhvezdí ide o skutočnú kôpu blízkych hviezd, dnes ich poznáme vyše tisíc, niekoľko z nich vidno voľným okom a aj kedysi tvorili na oblohe výrazný prvok. Pravidlo známe

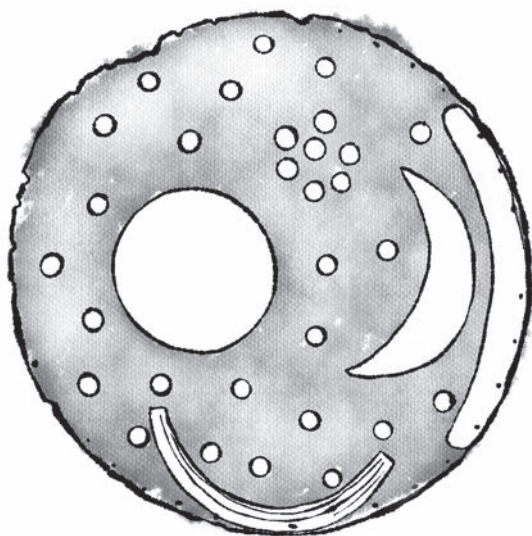
už zo starovekého Babylonu hovorí, že keď sa na oblohe Mesiac v zobrazenej fáze vyskytne pri Plejádach, treba v kalendári pridať priestupný mesiac – deje sa to približne raz za tri roky.

Na tomto je prekvapivých hneď niekoľko vecí, teda aspoň pre mňa. Po prvé, že medzi terajšími oblasťami Európy a Blízkeho východu bol istý kontakt, čo okrem iného potvrdzujú aj nálezy baltického jantáru vo vykopávkach v Iraku; evidentne sa však vymieňali aj vedomosti. No a po druhé, už 3 500 rokov dozadu ľudia úspešne hľadali a opisovali pravidlá, ktorými sa riadia telesá na oblohe.

Disk z Nebry zďaleka nie je jediné dávne dielo, ktoré súviselo s nočnou oblohou. Maľby v jaskynnom komplexe Lascaux objavili v roku 1940 štyria chlapci. Objav oznámili svojmu učiteľovi a pomerne rýchlo sa začal rozsiahly výskum, ktorý odhalil približne 2 000 malieb a rytín. Ich vek sa odhaduje na 17 000 rokov, mnohé z nich zobrazujú zvieratá, nie však všetky. Niektoré sú sugestívne usporiadané bodky, ktoré archeoastronóm Michael Rappenglueck interpretoval ako hviezdy – napríklad už spomínané Plejády či Letný trojuholník, trojicu jasných hviezd Vega, Deneb, Altair. Jasné, identifikovanie bodiek v kilometroch jaskýň vytvára istý priestor na domýšľavosť a občasné prižmurovanie očí, no bolo by to v zhode s inými neskoršími nálezmi.

Asi všetci poznajú spomínaný anglický Stonehenge, zoskupenie menhirov, ktoré ľudia začali budovať pred asi 5 000 rokmi – a dosť dlho im to teda trvalo. Dali si však záležať, kamene stoja dodnes, a tak sa okolo nich môžeme prechádzať, škrabať po hlave a dumať nad ich úlohou. Vyzerá to tak, že mali astronomický aj náboženský význam. Už asi menej ľudí vie, že v Škótsku bolo nedávno objavené niečo podobné, akurát viac ako dvojnásobne staré. Neďaleko mesta Aberdeen je hrad Crathes (Crathes Castle) a pri ňom leží pole Warren (Warren Field). Na ňom je dvanásť vyhlbených jám, ktorých poloha vzhľadom na blízke kopce zodpovedá rôznym fázam mesiaca, ide o ďalší príklad lunisolárneho kalendára.

Škótska vláda si raz povedala, že by sa patrilo lepšie zmapovať svoje historické dedičstvo, a tak zaplatili výskumné projekty. Toto nálezisko sa podarilo objaviť počas leteckého prieskumu, potom sa začalo skúmať a vedecká štúdia o jeho význame vyšla v roku 2013. Takže, tak trochu nečakane, z ničoho nič sme zrazu objavili príklad slnečno-mesačného kalendára, ktorý je podľa odhadov starý asi 10 000 rokov – o dosť starší než prvé kalendáre v Mezopotámii. Ak by boli Škóti lakomí, ako sa o nich neprávom traduje, a takéto prieskumy by nezaplatili, chýbal by nám veľký kúsok mozaiky. Samozrejme, nedialo sa to len na území dnešnej Európy.

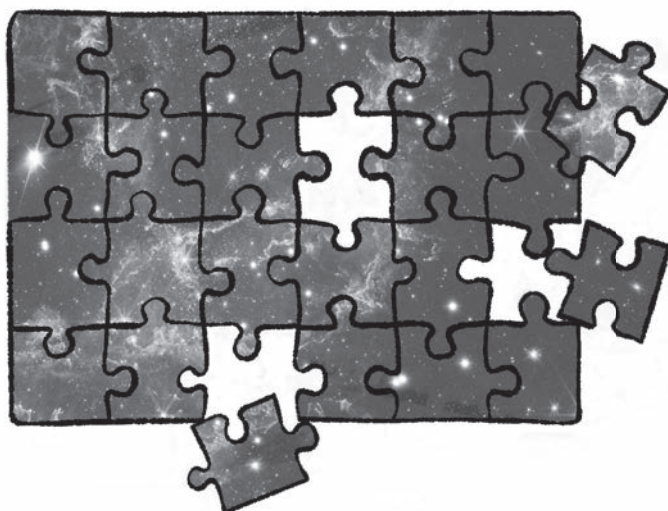


Pred tisícročiami vznikol indický text *Védanga džjótiša*, ktorý okrem iného hovorí aj o pohybe Slnka a Mesiaca. V Egypte zarovnávali pyramídy podľa hviezdy na severe – ktorou vtedy kvôli jemnej precesii zemskej osi nebola Severka, ale Thuban. V Číne skomponoval Kan Te prvé hviezdne mapy už pred 6 000 rokmi. V každom kúte našej guľatej Zeme nájdeme dôkazy toho, že nočná obloha fascinovala ľudí od pradávnych čias. Na mieste je otázka: „A prečo?“

Malo to svoj praktický význam – či už pre spomínané zhotovenie kalendárov, či navigáciu. Chcete vedieť, ktorým smerom sa plaviť, kedy očakávať návrat zveri a kedy je čas zasiať na poliach. No myslím, že nočná obloha bola pre ľudí niečo viac ako len nástroj. Ako sme si už povedali, bol to vzácny zdroj poriadku. Predstavte si život pred 8 000 rokmi. Máte? Alebo vám to ide ťažko? Život ľudí pred 8 000 nebol taký organizovaný ako ten dnešný. Žiaden budík o 6.00, aby sme stihli vlak o 7.12, lebo o 8.00 sa začína práca. To, samozrejme, neznamená, že sa nepracovalo. Historici a antropologičky vedia odhadnúť, akú časť dňa trávili ľudia lovom a akú poskakovaním okolo ohňa a jašením sa. Nebolo to však organizované štýlom, od deviatej do piatej práca, cez víkend voľno a v júli ideme na dovolenku. Životy plynuli spontánne. Niekedy sa zver oneskorila, niekedy nepršalo tri týždne a potom hneď prišli tri búrky po sebe. Inokedy niekto ochorel a zima bola krutejšia, než bolo bežné. Svet tancoval podľa vlastnej hudby.

A v tomto svete predstavovala nočná obloha rytmus, ktorý ľudia dokázali vnímať – bola tak zdrojom poriadku a predvídateľnosti.

Ak mi dovoľíte istú dávku domýšľavosti – ako pri interpretovaní bodiek na stenách jaskyne –, hádal by som, že práve nočná obloha ľuďom ukázala, že svetu okolo sa dá rozumieť a že sa jeho správanie dá predvídať. Treba začať zľahka. Najprv si všimneme, že Slnko po tom, čo zájde, znovu vyjde. Keď znovu zapadne, ľudia neprepadnú panike, lebo vedia, že stačí pár hodín počkať a bude späť. Spravia si malý mentálny model sveta a na jeho základe robia predpovede, pomocou ktorých robia lepšia rozhodnutia a zvyšujú svoje šance na prežitie. Po Slnku je na rade Mesiace, ktorého správanie je tiež pravidelné, no na to treba vedieť vynaložiť isté úsilie, napríklad vedieť napočítať do 28, čo je pri počte našich prstov veľká výzva! Mesiace je tiež príkladom poriadku, aj keď je menej viditeľný ako Slnko. No ako sa hovorí, s jedlom rastie chuť. Keď človek pochopí, že v pohybe Slnka a Mesiaca je poriadok, ktorý sa dá odhaliť a následne sa z neho dá profitovať, napríklad nezomrieť od hladu, položí si otázku: „V čom inom je ešte poriadok, ktorý viem odhaliť a neskôr využiť vo svoj prospech?“ No a to je približne v skratke príbeh ľudstva a vedy. Teda aspoň naše prvé kroky. Ako to pokračovalo?



Vyšší poriadok

Ľudia vedeli, že sa na oblohe nachádzajú rôznorodé útvary, prevažne bodky. Niektoré sa prakticky nehýbali, tým myslím hlavne hviezdy, ktoré tvoria ďaleké pozadie. Nemenný obraz sem-tam narušila nejaká nova či supernova, teda explodujúca hviezda. Zdá sa nám, že sa hviezdy pohybujú po oblohe, no je to len kvôli tomu, že ich pozorujeme z otáčajúcej sa Zeme; voči sebe sú takmer nehybné. Ľudia si však všimli, že zopár bodiek na oblohe je trochu iných. Aj sú jasnejšie a aj sa voči zvyšku objektov pohybujú pomerne rýchlo. Nie tak rýchlo, ako mucha nad koláčom, ale dosť rýchlo na to, aby sa rozdiel v ich polohe dal všimnúť v priebehu pár dní. Jeden deň je bodka tu a druhý o kúsok inde – asi ste si to niekedy už všimli aj vy. Ide o planéty, ktoré sa voči hviezdnomu pozadiu pohybujú nielen pomerne rýchlo, ale zároveň aj celkom predvídateľne. Takže boli prakticky nehybné bodky, pomerne pohyblivé bodky, no stále to nebolo všetko. Tento pomerne usporiadaný tanec je občas narušený kométami, ktoré sa niekedy zjavia predvídateľne a niekedy z ničoho nič. Ako naschvál visia na oblohe dlhé noci a posmievajú sa tak predstavám o jej nemennosti. No a akoby to nestačilo, kedy-tedy sa k tomu pridá nejaký ten meteor, občas nesprávne označovaný aj ako padajúca hviezda. Smejete sa, ale ak by na nás naozaj padla hviezda, smiech by vás rýchlo prešiel.

Tento viac-menej poriadok vyzýval ľudí k vysvetľovaniu. Čo sa asi tak vo vesmíre môže diať, že to z nášho pohľadu vyzerá takto? Predstava, že sme jeho stredom, je už dnes na smiech. No ruku na srdce, koľko ľudí by teraz, len z pohľadu na nočnú oblohu, vedelo dokázať, že Zem obieha okolo Slnka a nie naopak? No vidíte! Nie je to také ľahké. Geocentrickými modelmi sa zaoberalo mnoho múdrych ľudí, spomeňme napríklad Aristotela. V skorších predstavách ľudí sa planéty pohybovali po dokonalých kruhoch, Zem sedela v strede, hviezdna sféra bola ďaleko vonku. Tento model nefungoval úplne presne. Čo znamená, že model nefunguje presne? Že ak na jeho základe spravíte predpovede, budú sa líšiť od skutočnosti. A to sa pri predstave o sférickom pohybe planét dialo. Oveľa presnejší model dal dokopy Klaudios Ptolemaios z Alexandrie. Tento matematik, astronóm, geograf a – ehm – astrológ mal široké plecia, na ktorých neskôr stáli byzantskí, moslimskí aj európski učitelia. Venoval sa aj hudbe, teórii harmónií. A bol známy aj svojimi prácami o zraku, optike či robení máp. Najznámejší je

však vďaka svojmu modelu Slnčnej sústavy. V skratke: planéty sa v ňom nepohybovali po kružniciach okolo Zeme, ale po kružniciach, ktorých stredu chodili po kružniciach – a blízko ich stredu bola Zem. Kružníc sa zjavne zbaviť nechcel, a tak ich len posadil na ďalšie kružnice.

Skúste si to nakresliť (ideálne nie do knihy). Robte ceruzkou kruh a popritom sa snažte presúvať jeho stred. Vznikne vám niečo ako natiahnutá pružinka, taký kučeravý kruh. To by sme mali tvar, podľa modelu sa však niečo deje aj s rýchlosťou. Vesmírna ceruzka nejde všade rovnako rýchlo, má fixnú uhlovú rýchlosť oproti inému bodu ako voči Zemi. Doslova sa to zamotáva! Znie to ako zúfalá snaha všetko pospájať dokopy, ale tieto kružnice na kružniciach – takzvané epicykly – fungovali prekvapivo dobre a na astronomické výpočty sa používali vyše 1 500 rokov!

Všimnite si, čo sa dialo. Najprv ľudia spozorovali systém, nejakú pravidelnosť. Navrhli zidealizovaný model, dokonale jednoduchý – planéty pohybujúce sa po kružniciach rovnomernou rýchlosťou – a porovnali ho s tým, čo na oblohe pozorovali. Nesedelo to, a tak skúsili niečo zmeniť, nehodili hneď všetko do koša, len teóriu mierne upravili, kružnice posadili na ďalšie kružnice a znova porovnávali s pozorovaniami. Bolo to lepšie, ale stále to nebolo ono! Javilo sa, že planéty niekedy idú po oblohe rýchlejšie a niekedy pomalšie, a tak pridali ďalšiu komplikáciu – posunuli Zem trochu od stredu a skúsili znova. Pokus, omyl, pokus, omyl. A po pár iteráciách to už sedelo celkom dobre.

To, že sa začínalo z niečoho dokonale elegantného, má človek tendenciu prisudzovať idealizmu presakujúcemu z niektorých filozofických smerov. Nie je to však chybou, práve naopak. Najlepšia možná vec, ktorú môžete pri hľadaní odpovede skúsiť, je tá najjednoduchšia. Konštantný pohyb po kružniciach, ľahšie to už byť nemohlo. Keď to nesedí, jednoduchý model trochu upravíte a skúsíte znova. Krok za krokom sa zlepšujete. Príklady zložitých modelov, ktoré by sme správne poskladali hneď na prvý pokus, sa hľadajú ťažko.

Klaudios Ptolemaios tak dal dokopy skvelý model, ktorý je nám dnes možno na smiech, no neprávom. Dávalo to zmysel a nielen to – dobre to opisovalo, čo ľudia pozorovali na oblohe. Ľudia si mysleli, že sme stred vesmíru? Smerom na sever aj na juh je vidno rovnako veľa hviezd, kde inde by sme teda mali byť než v strede? Zároveň ich model sedel s pozorovaniami, prečo by ho mali spochybňovať? Teda, sedelo to – až na pár nedostatkov. A to prinútilo jedného astronóma, tentoraz nemeckého pôvodu, prísť s nápadom, ktorý idealistov vyzul z topánok: čo tak namiesto kružníc skúsiť elipsy?