

Namiesto úvodu

Názov tejto knihy vymyslela Ľudmila Jozefáková. Predchádzajúce knihy zostavené z populárno-vedeckých článkov z časopisu .týždeň sa volali *Jeden výdych koňa*, *Dva hrby tavy*, *Tri hlavy draka* a *Štyri prsty tapíra*. Keď sme pri výrobe tej štvrtej stáli pred tlačiarňou a bavili sa o prípadnej piatej, Ľudmila povedala, že už má pre ňu vymyslený názov. Spýtal som sa aký a dozvedel som sa, že *Päť kostí albatrosa*. Vôbec som netušil, o akých kostiach je reč a ani Ľudmila o nich veľa nevedela – na tie tri slová narazila niekde na internete a zdali sa jej vhodné pre piatu knihu. Mne tiež.

Ten názov predstavoval zaujímavú výzvu z hľadiska úvodného textu. V predchádzajúcich prípadoch sa úvod vždy týkal názvu knihy a vždy som sa v ňom pokúsil ilustrovať svoje presvedčenie, že takmer na akúkoľvek tému sa dá napísať niečo zaujímavé. Názov, o ktorom som nič netušil, poskytoval dobrú príležitosť podrobiť toto presvedčenie experimentálnemu testu.

Čo som sa o albatrosoch naučil pre potreby tohto úvodu? Napríklad to, aký zaujímavý je ich rodinný život. Keď pohlavne dospejú, čo sa stane asi vo veku päť rokov, začnú si vyberať partnera, čo im trvá ďalších zhruba päť rokov. Keď si partnera vyberú, ostávajú s ním až do smrti, pričom sa dožívajú päťdesiatich až šesťdesiatich rokov. Ide o silno monogamné živočíchy, aj keď DNA výskumy ukazujú, že nezanedbateľné množstvo malých albatrosov predsa len pochádza z „mimomanželských vzťahov“.

Každý druhý rok pár znesie a vysiď jedno vajce, o mláďa sa potom trištvrte roka starajú obidvaja rodičia spoločne. Rodinný život – čiže hľadanie partnera a opakované splodenie plus odchovanie mláďaťa – sa odohráva v rámci rôzne veľkých kolónií, ktoré albatrosy vytvárajú najmä na opustených ostrovoch oceánov južnej pologule. Keď mláďa prvý raz vyletí na more, rodičia kolóniu opustia a vrátia sa až po roku. Ten rok strávia (každý sám) na dlhej ceste ponad oceány. Počas tej cesty niekoľkokrát obletia zemeguľu.

Ako sa dá stráviť rok vo vzduchu? Čo tie vtáky žerú, kde, kedy a koľko spia? Čo sa potravy týka, odpoveď je triviálna. Žerú to, čo im poskytuje more, čiže ryby a iné živočíchy vyskytujúce sa v blízkosti hladiny. Čo sa spánku týka, tam je to zaujímavejšie. Spať môžu na ostrovoch, ktorých však v južných moriach nie je až tak veľa. Okrem toho môžu spať na hla-

dine, tam sa však ľahko sami stanú potravou predátorov. Ostáva tretia alternatíva – spať vo vzduchu počas letu. Ako sa dá spať počas letu? Možnosti sú dve. Jednak mikrosprávok a jednak mechanizmus, ktorý využívajú okrem iných žraloky a delfíny – jedna hemisféra mozgu spí a druhá bdie. Ako presne je to u albatrosov, to je stále predmetom výskumu.

V niečom to ale majú albatrosy ťažšie než žraloky a delfíny. Pri ledabolom plávaní na pol mozgu živočích neklesne okamžite na dno, ale pri ledabolom lietaní na pol mozgu by asi spadol raz-dva. Mávanie krídlami je totiž dosť zložitý pohyb, ktorý ak má udržať vo vzduchu zhruba desaťkilové telo, sa zrejme nedá príliš odfláknúť. A tu prichádzame k najpozoruhodnejšej vlastnosti albatrosov – tieto vtáky krídlami takmer vôbec nemávajú.

Let albatrosa vyzerá ako pohyb po horskej dráhe: vták sa šikmo spustí z výšky desať až dvadsať metrov smerom k morskej hladine, tam sa otočí o zhruba pravý uhol vo vodorovnom smere a začne opäť šikmo, ale o čosi strmšie, stúpať do pôvodnej výšky, kde sa opäť otočí o zhruba pravý uhol, tentoraz v opačnom smere. Tým má za sebou jednu „vlnu“ horskej dráhy, a takto pokračuje vlnu za vlnou. Pri každej z nich sa posunie o zhruba sto metrov, za deň dokáže takto preletieť až tisíc kilometrov.

Nech však albatros kľučkuje nad morom ako chce, na to, aby sa udržal celé dni až týždne nad hladinou, naňho musí pôsobiť nejaká sila, ktorá vykompenzuje gravitačnú silu. Kde sa taká sila berie a kto ňou pôsobí? Jediný, kto je nad morom k dispozícii a môže tam pôsobiť, je vzduch. Ako pôsobí vzduch na letiaceho vtáka?

Ak ide o nehybný vzduch, čiže ak máme vtáka letiaceho v bezvetrí, jedinou silou je odporová sila. Tá dokáže voľný pád zbrzdiť, ale nedokáže mu zabrániť. Ale to platí len vtedy, ak nie sme dosť prefikani a nedokážeme odporovú silu využiť vo svoj prospech.

Na vodnej hladine dokážeme byť dostatočne prefikani aj my, nielen vtáci. O udržanie výšky sa nemusíme starať, to za nás vybaví Archimédov zákon. O pohyb dopredu sa starať musíme, a to vybavíme tak, že nejakou časťou svojho tela (konkrétne dlaňami) pohybujeme opačným smerom. Odporová sila vody pôsobí proti tomuto opačnému pohybu, čiže v smere, v ktorom sa chceme pohybovať. Ak plávame na člnе, namiesto dlaní používame pádla alebo veslá. A vtáci používajú krídla, ktorými mávajú tak, aby odpor vzduchu pôsobil jednak smerom dopredu a jednak smerom hore.

Lenže albatros, ako sme už povedali, krídlami prakticky vôbec nehýbe. Všetky tie vyššie opísané plynulé zmeny smeru dosahuje zmenou polohy celého tela. Takže ako sa udrží vo vzduchu? Bezvetrie sme už prebrali, ďalšia možnosť je len vietor.

Vertikálny vietor, čiže vzduch stúpajúci dostatočne rýchlo od hladiny smerom hore, sa na moriach bežne nevyskytuje. Albatrosy teda potrebujú využívať horizontálny vietor, tak ako ho využívame my pri plachteniciach. Lenže zatiaľ čo plachetnice využívajú vietor len ako pohon horizontálneho pohybu, albatrosy potrebujú využiť horizontálny vietor aj na vytvorenie vertikálnej sily (ktorá musí vykompenzovať gravitačnú silu). Lenže to sa nie vždy dá. Ak je napríklad horizontálny vietor všade rovnaký, tak sa to nedá.

Prečo sa to nedá? To vysvetlil v krátkom článku *The Soaring of Birds* (Plachtenie vtákov) publikovanom v časopise *Nature* v roku 1883 neskorší nositeľ Nobelovej ceny lord Rayleigh. Teda vysvetlil, ako vysvetlil – venoval tomu jednu vetu. Tá veta znela takto: „Predpokladám, že ak vôbec niečo vieme z mechaniky, tak je jasné, že bez pohybu krídiel nemôže vták v bezvetří ani vo všade rovnakom vetre donekonečna udržiavať svoju výšku.“

O trošku menej stručná argumentácia by mohla znieť nejakú takto: Už sme nahliadli, že v bezvetří albatros bez mávania krídlami výšku dlho neudrží. Ak máme do činenia s všade rovnakým vetrom, prejdime do vzťažnej sústavy pohybujúcej sa spolu s týmto vetrom. Vzhľadom k tejto vzťažnej sústave má vzduch nulovú rýchlosť, a preto v nej prejde tá istá argumentácia, akú sme použili v prípade bezvetria. Hotovo.

Obsahom spomínaného článku lorda Rayleigha však nie je nemožnosť plachtenia albatrosov a iných vtákov, ale práve jeho možnosť. Základným odhalením je, že ak je rýchlosť horizontálneho vetra v rôznych výškach rôzna, potom ho vtáky môžu využiť na udržiavanie výšky prakticky donekonečna. Rayleigh to ukazuje na najjednoduchšom možnom príklade dvoch vrstiev vzduchu pohybujúcich sa rôznymi rýchlosťami. Jeho argumentácia je elegantná, ale opäť možno až príliš stručná a domyslenie kľúčového detailu je prenechané na čitateľa (čo je OK, ak je čitateľom fyzik, a menej OK, ak je čitateľom ornitológ).

Základná idea sa však dá pochopiť celkom jednoducho. Predstavme si horskú dráhu v bezvetří. Zo zákona zachovania energie vyplýva, že vozík sa na takejto dráhe nikdy nemôže dostať do väčšej výšky, než z akej

štartoval (túto výšku by mohol dosiahnuť len ak by bol odpor vzduchu nulový – akonáhle je nenulový, dosiahnutá výška bude vždy menšia ako výška pri štarte). A teraz si predstavme, že v hornej časti horskej dráhy fúka vietor rovnakým smerom, ale väčšou rýchlosťou ako v dolnej časti. Ak postavíme dráhu tak, aby sme v hornej časti mali vietor v chrbte a v dolnej išli proti vetru, potom môžeme dosiahnuť, že v hornej časti nás bude rýchlejší vietor poháňať viac, ako nás bude v dolnej časti pomalší vietor brzdiť.*

A to je celá základná myšlienka. Albatrosy môžu podobným spôsobom využívať vietor nízko nad morom (rýchlosť tohto vetra s výškou rastie, pretože pri hladine je brzdený trením viac než vo väčšej výške) a naozaj ho takto využívajú. Zaujímavé pritom je, že ich celkový pohyb sa nedeje v smere vetra, ale v smere približne kolmom na vietor. Ďalšie detaily však už vynecháme – čitateľ môže nájsť veľa užitočných materiálov (najmä videí) týkajúcich sa letu albatrosa na internete.

V tejto chvíli sa môže zdať, že sme pochopili, ako môže albatros tak dlho vydržať vo vzduchu nad morom. Vďaka rôznej rýchlosti vetra to dokáže bez mávania krídlami, takže sa neunaví. No dobre, tak si ešte urobme malý experiment – upažte a vydržte s upaženými rukami povedzme štvrťhodinku. Unavení? Veruže trochu aj hej. Udržanie upažených rúk alebo rozťahnutých krídiel obyčajne vyžaduje značnú svalovú námahu. Albatrosy by ani zďaleka nedokázali to, čo dokážu, keby to robili obyčajne. Preto to robia neobyčajne.

A tým sa konečne dostávame ku kostiam albatrosa, konkrétne ku kostiam jeho krídla. Krídlo albatrosa má päť hlavných kostí. Ramennú kosť, dve kosti predlaktia, potom zápästné kostičky viac či menej zrastené do jedného celku a napokon prsty, tiež viac či menej zrastené do jedného celku. Ak má albatros udržať rozťahnuté krídla bez svalovej námahy, potrebuje dve veci. Po prvé, aby jeho kosti vytvorili v rozťahnutej polohe akýsi zámok, ktorý keď zapadne, z pohyblivého kľbu sa stane nepo-

* Lord Rayleigh nargumentuje vo svojom článku pôsobiacimi silami, ale energiami. Porozumenie jeho argumentom však vyžaduje uvažovanie energie v prinajmenšom dvoch rôznych vzájomných sústavách (pohybujúcich sa vzhľadom k sebe nejakou nenulovou rýchlosťou) a drobný výpočet zmeny energie pri prechode z jednej sústavy do druhej. Naša argumentácia pomocou síl je o čosi jednoduchšia a snáď aj zrozumiteľnejšia.

hyblivá štruktúra. A po druhé musí mať možnosť prácou svalov tento zámok uvoľniť, aby opäť mohol lietať pomocou mávania krídiel. Takýto zámok je nutný predovšetkým v oblasti ramenného kĺbu a okrem toho asi aj v oblasti lakťového kĺbu. Má tam niečo také? Má tam nejaký kostný výrastok, ktorý by mohol slúžiť ako západka, a nejakú jamku, do ktorej by tá západka mohla zapadnúť?

Má, ale nie na správnom mieste. Vhodná jamka a západka sa nachádzajú v dvoch kostiach predlaktia, takže by mohli vysvetliť, ako albatros udrží krídlo vystreté, aj keď nie, ako ho udrží upažené (na to by boli potrebné jamka a západka v oblasti ramenného kĺbu). Röntgenové snímky navyše ukázali, že tento mechanizmus sa uzamkne nie pri vystretom, ale práve naopak, pri zloženom krídle. Pomáha teda albatrosom držať bez svalovej námahy ich ťažké krídla pri tele počas pobytu na ostrovoch, pri lietaní však nepomáha.

Aj pri lietaní dochádza k uzamknutiu kostí v istej konkrétnej polohe (to vieme na základe manipulácie krídlami mŕtvych vtákov), mechanizmus je však komplikovanejší a okrem kostí sa ho významným spôsobom zúčastňujú aj špecificky tvrdé šlachy. Ak malo byť pointou rozprávania o albatrosoch nejakých päť kostí tvoriacich elegantný zámok (čo naozaj bol pôvodný zámer), k tejto pointe sa nám dospieť nepodarilo. No čo už, aj bez toho sú albatrosy dosť zaujímavé bytosti.

Po názve, ktorý som sám nevymyslel, a úvode, ktorý zostal tak nejaký bez pointy, ostávalo už len napísať knihu samotnú. V predchádzajúcich štyroch prípadoch to nebolo potrebné, pretože knihy obsahovali texty, ktoré boli už predtým publikované v .týždni. Tentoraz to bolo iné. Pred mnohými rokmi som prestal v .týždni o vede písať – mal som pocit, že som všetko, čo som napísať vedel, už napísal. Juraj Kušnierik mi síce kládol na srdce, že Mojžišových kníh má byť päť, ale to mi jednak pripadalo ako blasfémia a jednak v čase, keď som s písaním o vede prestal, boli napísané len dve série po piatich článkoch (jedna z nich bola o Mendelevovej periodickej tabuľke a druhá o vlakoch). Na knihu však bolo treba desať takých sérií.

Medzičasom som napísal jednu sériu k storočnici všeobecnej teórie relativity a jednu sériu o elementárnych časticiach. Okrem toho tu bola možnosť doplniť sériu o vitamínoch o tri nové texty (tie pôvodne napísal Peter Szolcsányi, ktorý ich vydal vo svojej knihe *Intímny život molekúl*, takže do tejto knihy bolo treba nové texty). To už by bolo pol knihy.

Do druhej polovice by som sa ale nikdy nepustil, keby sa minulý rok nestalo niečo, čo ma o piatej knihe predsa len prinútilo rozmýšľať. Stalo sa toto: Spolu so Štefanom Hríbom sme napísali knihu *Desať rozhovorov o kvantovej mechanike* a ukázalo sa, že o tento typ populárno-vedeckej literatúry je tu ešte stále nezanedbateľný záujem. A tak som sa rozhodol napísať dve nové série a zvyšné tri vytvoriť z textov, ktoré síce vyšli v .týždni nezávisle od seba, ale dali sa usporiadať do celkom prirodzených päťíc. Výsledok držíte v ruke.

Na záver úvodu už len poďakovanie, tentoraz čitateľom. Vždy som si myslel, že časopis .týždeň existuje jednak vďaka Štefanovi Hríbovi a jednak vďaka čitateľom, ktorí chcú taký časopis čítať. O tejto knihe si myslím, že existuje len trochu vďaka mne a výrazne vďaka čitateľom. Dôvod je jednoduchý: nie som veľmi usilovný pisateľ. Ale občas sa mi v hlave objavujú nejaké nápady a ja ich niekedy zapisujem, prípadne trochu rozviním. Pričom čím som starší, tým menšiu potrebu cítim ich zapisovať. Ak ma k tomu predsa len niečo vedie, sú to práve tí čitatelia. Predstava, že niekomu tým spôsobím čo i len drobnú radosť, mi spôsobuje veľkú radosť. Som za ňu vďačný.