

Andrew
H. Knoll

„Vznešená kronika
našej planéty.“
– Booklist

Stručná história Zeme

Štyri miliardy rokov
v ôsmich kapitolách

Ljndeni

Stručná história Země

Vyšlo aj v tlačovej podobe

Objednať môžete na
www.lindeni.sk
www.albatrosmedia.sk

Lindeni

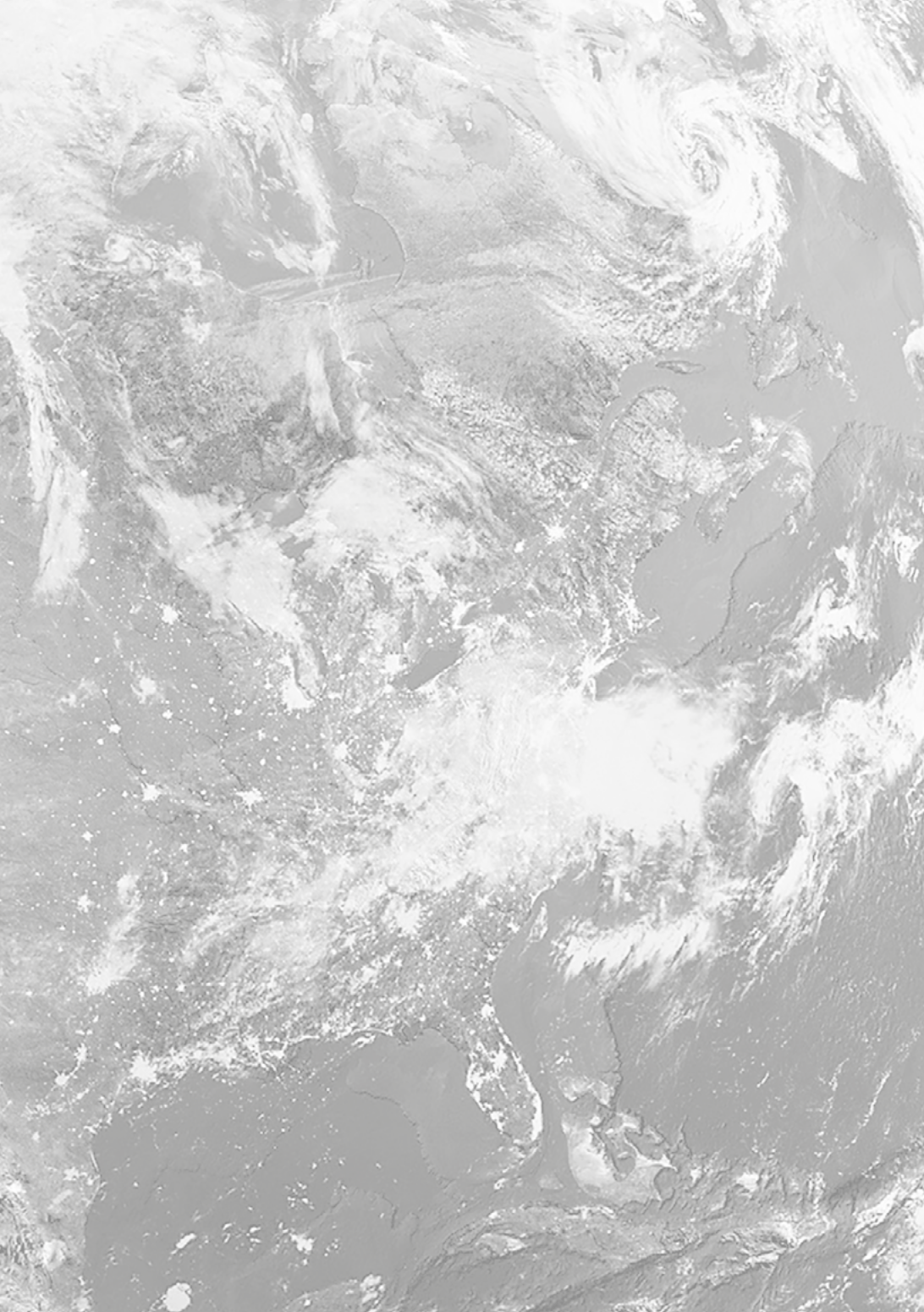
Andrew H. Knoll

Stručná história Země – e-kniha
Copyright © Albatros Media a. s., 2022

Všetky práva vyhradené.
Žiadna časť tejto publikácie nesmie byť rozširovaná
bez písomného súhlasu majiteľov práv.


ALBATROS MEDIA

**STRUČNÁ
HISTÓRIA
ZEME**



ANDREW H. KNOLL

**STRUČNÁ
HISTÓRIA
ZEME**

ŠTYRI MILIARDY ROKOV V ÔSMICH KAPITOLÁCH

Ljndeni

Andrew H. Knoll: A Brief History of Earth
Copyright © 2021 by Andrew H. Knoll
Published by arrangement with Custom House, an imprint of HarperCollins
Publishers. All rights reserved
Translation © Petra Rímska, 2022
Cover photo © Shutterstock/lassedesignen
Slovak edition © Albatros Media Slovakia, s. r. o., 2022

Všetky práva sú vyhradené. Žiadna časť tejto publikácie sa nesmie kopírovať
a rozmnožovať za účelom rozširovania v akejkoľvek forme alebo akýmkoľvek
spôsobom bez písomného súhlasu vydavateľa.

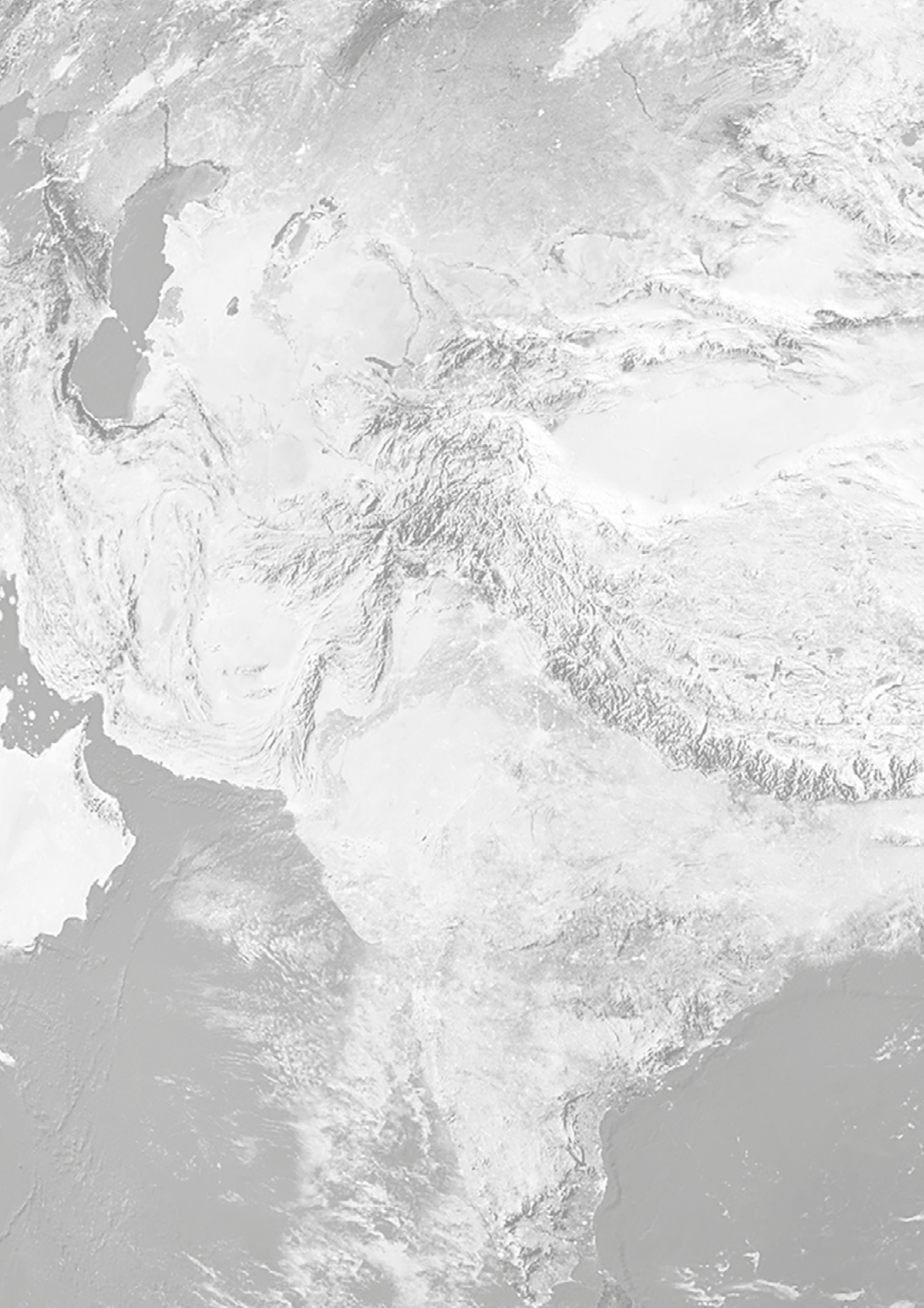
ISBN v tlačenej verzii 978-80-566-2469-2
ISBN e-knihy 978-80-566-2519-4 (1. zverejnenie, 2022) (epub)
ISBN e-knihy 978-80-566-2520-0 (1. zverejnenie, 2022) (mobi)
ISBN e-knihy 978-80-566-2518-7 (1. zverejnenie, 2022) (ePDF)

Pre Marshu.

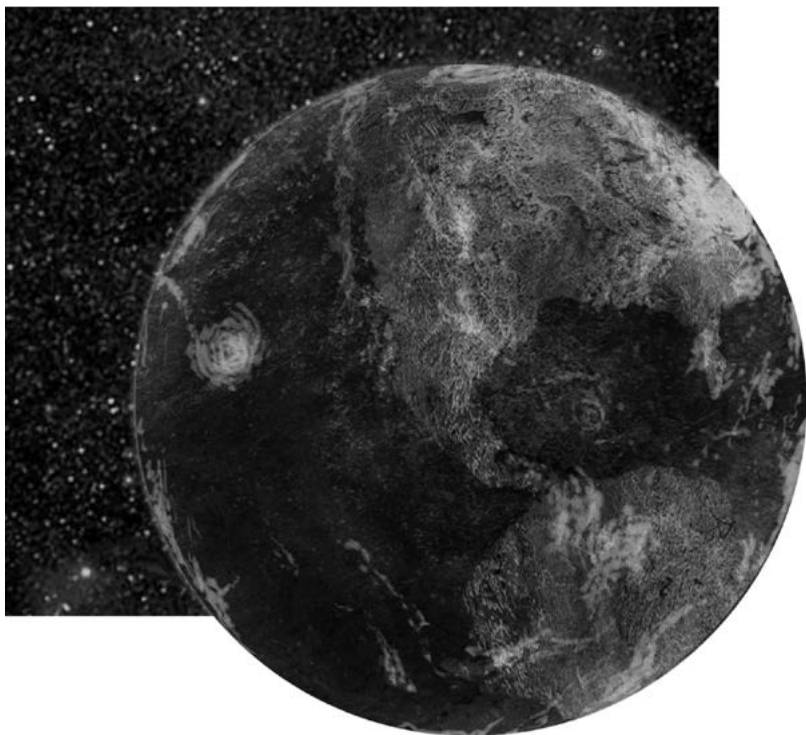
Za všetko.

Obsah

	Predslov: Pozvánka	9
1	Chemická Zem	17
2	Fyzikálna Zem	41
3	Biologická Zem	63
4	Kyslíková Zem	91
5	Zem živočíchov	111
6	Zelená Zem	135
7	Katastrofická Zem	161
8	Zem človeka	183
	<i>PodĎakovanie</i>	215
	<i>Ďalšia literatúra</i>	219



Predslov: Pozvánka



ŽIJETE SVOJ ŽIVOT pripútání k Zemi gravitáciou. Každý krok vás privedie do kontaktu s horninou či pôdou, aj keď je skrytá pod povrchovou vrstvou makadamu alebo podlahy. Možno si myslíte, že uniknete gravitačnému zovretiu, keď vzlietnete v lietadle, ale každé nadšenie je dočasné. Po pár hodinách gravitácia zvíťazí a vy zosadnete späť na pevninu.

Naše pripútanie k Zemi siaha oveľa ďalej za gravitáciu. Potraviny, ktoré konzumujete, sú vyrobené z oxidu uhličitého v atmosfére alebo oceánoch spolu s vodou a živinami prijímanými z pôdy alebo mora. S každým nádychom vdýchnete do pľúc vzduch bohatý na kyslík, ktorý vám umožní získať energiu z jedla. Oxid uhličitý v atmosfére vám zároveň zabráni zamrznúť. A čo viac, oceľ vo dverách vašej chladničky, hliník vo vašich plechovkách, meď vo vašich minciach a kovy vzácnych zemín vo vašom smartfóne pochádzajú tiež zo Zeme. Vzhľadom na to všetko je pozoruhodné, aká ľahostajná je väčšina z nás voči tejto veľkej zemeguli, ktorá nás živí a občas nám počas zemetrasení a hurikánov ublíži.

Ako môžeme pochopiť miesto Zeme vo vesmíre? Ako vznikli horniny, vzduch a voda, ktoré definujú našu existenciu? Ako si vysvetlíme naše kontinenty, hory a údolia, zemetrasenia a sopky? Čo riadi zloženie atmosféry alebo morskej vody? A ako vznikla nesmierna rozmanitosť života všade okolo nás? Možno najdôležitejšia otázka je – ako menia naše vlastné činy Zem aj život? Čiastočne sú to otázky procesu, ale tiež histórie, a to je rámcom tejto knihy.

Toto je príbeh nášho domova, Zeme a organizmov, ktoré sa šíria po jeho povrchu. Všetko na Zemi je dynamické, neustále sa meniace, napriek bežným, ale falošným dojmom stálosti. Napríklad v Bostone vládne mierne podnebie s teplými letami, chladnými zimami a miernymi zrážkami, ktoré sú po celý rok rozdelené viac-menej rovnomerne. Ročné obdobia sú predvídateľné a ak sa ako ja vyskytujete v týchto končinách už niekoľko desaťročí, môžete mať pocit, že ste to všetko už videli. Meteorológovia vám však povedia, že priemerná ročná teplota v Bostone sa počas života jeho starších občanov zvýšila o viac ako 0,6 stupňa Celzia. Vieme tiež, že množstvo oxidu uhličitého v atmosfére – hlavného regulátora povrchovej teploty – sa od 50. rokov minulého storočia zvýšilo asi o tretinu. Rovnako nám merania hovoria, že od čias, keď sa Beatles katapultovali na výslnie, globálna hladina mora stúpila a množstvo kyslíka rozpusteného v oceánoch kleslo asi o 3 percentá.

Malé zmeny sa časom sčítavajú. Let lietadlom z Bostonu do Londýna sa každý rok predlžuje o zhruba 2,5 centimetra, pretože nové oceánske dno pomaly tlačí Severnú Ameriku a Európu od seba. Ak by sme mohli pásku dejín Zeme pretočiť dozadu, videli by sme, že pred 200 miliónmi rokov bolo Nové Anglicko a Staré Anglicko súčasťou jedného kontinentu, kde zlomové údolia, aké sa dnes vyskytujú vo východnej Afrike, začínali iniciovať oceánsku panvu. V najdlhších časových horizontoch sú transformácie Zeme skutočne hlboké. Keby ste sa napríklad mohli túlať po ranej Zemi, rýchlo by ste sa na tej našej planéte udusili vzduchom bez kyslíka.

Príbeh Zeme a organizmov, plný dejových zvrátov, je oveľa veľkolepejší než ktorýkoľvek hollywoodsky trháč a môže

konkurovať najpredávanejšiemu trileru. Pred viac ako štyrmi miliardami rokov sa zo skalných zvyškov obiehajúcich skromnú mladú hviezdu stmelila malá planéta. V prvých rokoch života žila Zem na okraji kataklizmy, bombardovaná kométami a meteormi, zatiaľ čo povrch pokrývali rozbúrené oceány magmy a atmosféru dusili toxické plyny. Postupom času sa však planéta začala ochladzovať. Vytvorili sa kontinenty, ktoré sa mali roztrhnúť a neskôr zraziť, pričom došlo k zdvihu pozoruhodných pásmových pohorí, z ktorých sa väčšina časom stratila, a sopiek miliónkrát väčších ako čokol'vek, čoho bolo kedy ľudské oko svedkom. Nastali cykly globálneho zal'adnenia. Nespočetné množstvo stratených svetov, ktoré ešte len začíname identifikovať. V tejto dynamickej fáze sa život nejako uchytil a nakoniec zmenil povrch našej planéty, čím vydláždil cestu trilobitom, dinosaurom a druhu, ktorý dokáže rozprávať, premýšľať, vytvárať nástroje a nakoniec opäť zmeniť svet.

Pochopenie histórie Zeme nám pomáha uvedomiť si, ako vznikli hory, oceány, stromy a zvieratá okolo nás, nehovoriac o zlate, diamantoch, uhlí, rope a samotnom vzduchu, ktorý dýchame. A pritom príbeh našej planéty poskytuje kontext potrebný na porozumenie toho, ako ľudské činnosti menia svet v 21. storočí. Väčšiu časť svojej histórie bola pre nás, ľudí, naša domovská planéta nehostinná a pretrvávajúce lekcie geológie sú v skutočnosti uznaním prchavosti, krehkosti a vzácnosti nášho súčasného okamihu.

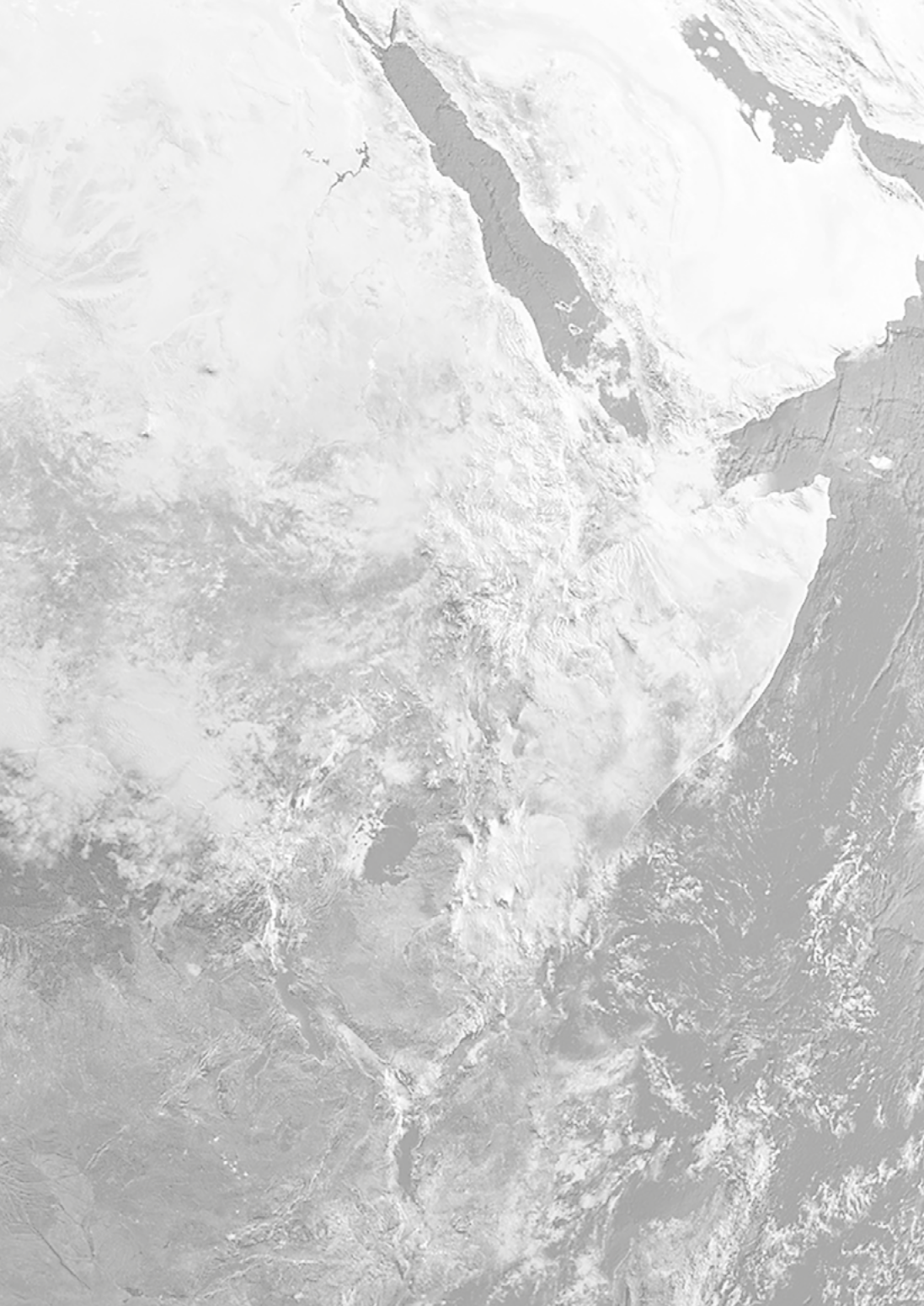
V SÚČASNOSTI sa zdá, že mediálne titulky ktosi vytrhol z apokalyptickej knihy Zjavenia Jána: nebývalé lesné požiare v Kalifornii,

Amazonský prales v plameňoch, rekordné horúčavy na Aljaške, zrýchľujúce sa topenie ľadovcov v Grónsku, obrovské hurikány ničiace Karibik a pobrežie Mexického zálivu. „Storočné“ povodne čoraz pravidelnejšie zaplavujú americký stredozápad, zatiaľ čo šiestemu najväčšiemu indickému mestu *Chennai* dochádza voda, s Kapským mestom a Sao Paulom v tesnom závese. Správy z biológie sú sotva lepšie: 30-percentný pokles populácie severoamerických vtákov od roku 1970, populácia hmyzu znížená na polovicu, masívna úmrtnosť koralov pozdĺž Veľkej koralovej bariéry, prudký pokles výskytu slonov a nosorožcov, ryby na celom svete v ohrození komerčným rybolovom. Úbytok populácie neznamena vyhynutie, ale je to cesta, po ktorej druhy smerujú k biologickému koncu.

Prepadol svet šialenstvu? Jedným slovom, áno. A vieme aj prečo: vinníkmi sú ľudia. Sú to ľudia, ktorí emitujú skleníkové plyny do atmosféry, čím nielen oteplujú Zem, ale zvyšujú aj rozsah a frekvenciu vln horúčav, sucha a búrok. A sú to ľudia, ktorí priviedli druhy na pokraj vyhynutia zmenami vo využívaní pôdy, nadmernou ťažbou a čoraz viac aj klimatickou zmenou. Z tohto hľadiska je asi najdepresívnejšou správou zo všetkých ľudská reakcia: všadeprítomná ľahostajnosť, možno hlavne v mojej domovskej krajine, v Spojených štátoch amerických.

Prečo sa toľko ľudí, čeliac planetárnym zmenám, tak málo zaujíma o otázky, ktoré pretvoria životy našich vnúchat? V roku 1968 poskytol pamätnú odpoveď senegalský strážca lesov Baba Dioum, ktorý povedal: „Nakoniec zachováme iba to, čo milujeme, budeme milovať len to, čomu rozumieme a budeme rozumieť iba tomu, čo nás učia.“

Táto kniha je teda pokusom o porozumenie. Pozvánkou oceniť dlhú históriu, ktorá priviedla našu planétu do súčasnosti. Podnetom na uvedomenie si hlbokých zásahov, akými ľudská činnosť mení štyri miliardy rokov sa utvárajúci svet. A výzvou s tým niečo urobiť.



1)

Chemická Zem

VZNIK PLANÉTY



NA ZAČIATKU BOLA... nuž... štipka, smietka, škvrnka, nepochopiteľne malá, ale zároveň s nepredstaviteľnou hustotou. Nebola to lokalizovateľná koncentrácia látok v obrovskej prázdnote vesmíru. To *bol* vesmír. Kde sa vzal, to nikto netuší.

Rovnako záhadné je aj to, čo – ak vôbec niečo – prišlo predtým, no asi pred 13,8 miliardami rokov sa toto prapôvodné jadro vesmíru začalo rapídne rozširovať – až nastal „Veľký tresk“, ktorý rozpútal nesmierny vonkajší príliv energie a hmoty. Nie horniny a minerály našej každodennej existencie, ani atómy, z ktorých sú zložené horniny, vzduch a voda. Na úsvite vesmíru tvorili hmotu kvarky, leptóny a gluóny, kuriózne usporiadanie subatomárnych častíc, ktoré napokon splynuli do atómov.

Naše chápanie vesmíru a jeho histórie pramení do značnej miery z najpomínuteľnejšieho zo zdrojov: zo svetla. Svetielkujúce špendlíky, ktoré sformovali nočnú oblohu, sa môžu javiť ako nepravdepodobné historické knihy, avšak pochopiť, ako sa vyvinul vesmír, nám pomáhajú dve vlastnosti svetla. Po prvé, intenzita rôznych vlnových dĺžok prichádzajúceho žiarenia ukazuje na zloženie jeho zdroja. Naše oči dokážu zachytiť len úzky rozsah vlnových dĺžok, ale hviezdy a iné nebeské telesá vyžarujú a pohlcujú široké spektrum žiarenia, od rádiových a mikrovln až po röntgenové a gama lúče, z ktorých každý vypovedá vlastný príbeh. A čo je dôležité, svetlo sa vo vesmíre riadi presným rýchlostným obmedzením: 299 792 458 metrov za sekundu. Slnéčné svetlo je

vyžarované osem minút a dvadsať sekúnd predtým, ako ho vidíme. Svetlo, ktoré zaznamenávame z hviezd a ďalších telies, bolo z najvzdialenejších objektov vyžiarené oveľa, oveľa skôr. To je to, čo robí z našej hviezdnej oblohy knihu nebeských dejín.

Po oblohe rovnomerne rozptýlené mikrovlny vypovedajú o Veľkom tresku a jeho bezprostredných následkoch, pričom žiarenie prvej generácie hviezd, ktoré sa sformovali niekoľko stotisíc rokov po začiatku času, sa k nám ešte len dostáva. Ako vznikli tieto prvé hviezdy? Všetko to súvisí s gravitáciou, architektkou vesmíru. Gravitácia popisuje príťažlivosť medzi rôznymi objektmi, pričom jej sila je určená hmotnosťou objektov a vzdialenosťou medzi nimi. Keď sa atómy sformovali v ranom rozpínaní sa vesmíre, gravitácia ich začala ťahať k sebe. Lokálne zhluky rástli, zosilňovali svoj gravitačný ťah, až napokon skolabovali do horúcich hustých gúl, takých horúcich a takých hustých, že vodíkové jadrá splynuli a vytvorili hélium, čím uvoľnili svetlo a teplo. V takýchto podmienkach sa zrodí hviezda. Veľké, horúce a krátkodobé, tieto prvé hviezdy určovali smer všetkého, čo prišlo neskôr, vrátane nás.

Hmota generovaná Veľkým treskom pozostávala väčšinou z atómov vodíka, najjednoduchšieho z prvkov, spolu s trochou deutéria (vodík s pridaným neutrónom) a hélia. Vytvorilo sa tiež malé množstvo lítia spolu s ešte menším množstvom ďalších ľahkých prvkov. Iného veľa nebolo. V skutočnosti tam však *bolo* aj čosi ďalšie, hoci to nevieme celkom presne odhadnúť. V 50. rokoch 20. storočia začali astronómovia na výpočet gravitačnej príťažlivosti v hlbokom vesmíre používať pohyby hviezd a galaxií (zoskupenie

hviezd, plynu a prachu, ktoré drží pohromade, opäť ako inak, gravitácia). Keď ale spočítali hmotnosť všetkých známych objektov na oblohe, zistili, že to nekorešponduje s ich pozorovaniami. Tam vonku muselo byť aj niečo iné, niečo, čo reaguje s normálnou hmotou pomocou gravitácie, ale nereaguje so svetlom. A to niečo astronómovia nazvali temnou hmotou. Astronómovia sa síce snažia prísť na to, čo by temná hmota mohla byť, ale nikto si nie je istý. Ešte záhadnejšia je temná energia, ktorej objasnenie je na vysvetlenie fungovania vesmíru považované za nevyhnutné. Predpokladá sa, že temná hmota spolu s temnou energiou, ako záhadné zložky, ktoré nedokážeme detegovať, ale o ktorých sa predpokladá, že hrali hlavnú úlohu pri formovaní vesmíru, tvoria asi 95 % všetkého, čo existuje. Stále sa máme čo učiť.

Vráťme sa k tradičnej hmote. S nástupom veku hviezd bol vesmír studeným rozptýleným koktailom (prevažne) atómov vodíka. Prvé hviezdy generovali viac hélia, ale nič, z čoho by ste stvorili Zem (pozrite tabuľku na ďalšej strane). Odkiaľ sa vzalo železo, kremík a kyslík, potrebné na vznik našej planéty? A čo uhlík, dusík, fosfor a ďalšie prvky, ktoré tvoria naše telo? Tieto a všetky ďalšie prvky pochádzajú z nasledujúcich generácií hviezd, zlievarní atómov, ktoré jedného dňa sformovali našu planétu. Pri vysokých teplotách a tlakoch sa vo veľkých hviezdach zlúčili ľahké prvky a premenili sa na uhlík, kyslík, kremík a vápnik, zatiaľ čo železo, zlato, urán a ďalšie ťažké prvky vznikli pri obrovských hviezdnych explóziách nazývaných supernovy. Tvár, ktorú vidíte v zrkadle, môže byť stará desaťročia, no pochádza z prvkov, ktoré sa pred miliardami rokov vytvorili v starodávnych hviezdach.

ZLOŽENIE PRVKOV ZEME A ŽIVOTA

(percentuálne, podľa hmotnosti)

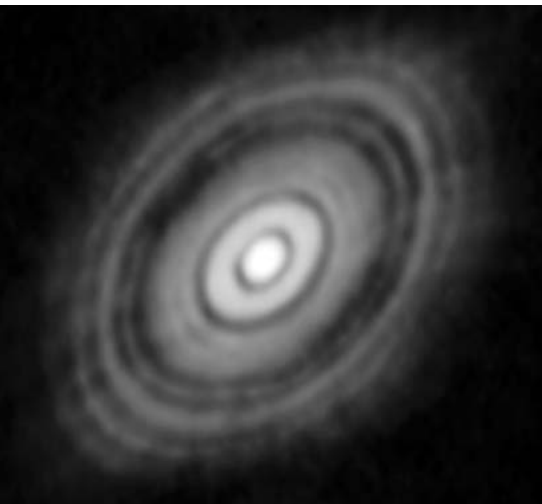
Zem	
železo	33
kyslík	31
kremík	19
horčík	13
nikel	1,9
vápnik	0,9
hliník	0,9
ostatné	0,3
Bunky v ľudskom tele:	
kyslík	65
uhlík	18
vodík	10
dusík	3
vápnik	1,5
fosfor	1
ostatné	1,5

Nezmernosťou času sa hviezdy formovali a zanikali, pričom každým cyklom narastala škála prvkov dnes nahromadených na Zemi i v živote samotnom. Galaxie splynuli a vznikli čierne diery

(oblasti také husté, že z nich neunikne žiadne svetlo), pomaly formujúc vesmír, ktorý pozorujeme dnes.

My predstavujeme príbeh starý asi 4,6 miliárd rokov. Zameriavame sa na nenápadný mrak atómov vodíka spolu s malým množstvom plynu, ľadu a minerálnych zŕn v špirálovitom ramene nevýraznej galaxie nazývanej Mliečna cesta. Spočiatku bol mrak veľký, rozptýlený a studený (skutočne studený, s teplotami až $-263\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Pravdepodobne postrčený neďalekou supernovou sa tento mrak začal rútiť do oveľa menšej, hustejšej a horúcejšej hmloviny. Ako sa už inde vo vesmíre stalo miliardy ráz, gravitácia nakoniec vtiahla väčšiu časť mraku do horúcej hustej centrálnej hmoty – nášho Slnka. Väčšina vodíka hmloviny skončila v Slnku, ale ľad a minerálne zrná sa presunuli na disk, ktorý sa otáčal okolo našej rodiacej sa hviezdy a zhruba pripomínal prstence drobných častíc, ktoré dnes obklopujú Saturn (Obrázok 1). Sprvu bol disk



OBRÁZOK 1: Tento pozoruhodný záber zachytený *Atacama Large Millimeter Array* (Atakamská veľká milimetrová anténa sústava – ALMA) ukazuje HL Tauri – mladú hviezdu podobnú Slnku a jej protoplanetárny disk. Na obrázku zreteľné prstence a medzery zaznamenávajú vznikajúce planéty, ktoré zbavujú svoje obežné dráhy prachu a plynu. Naša slnečná sústava mohla pred 4,45 miliardami rokov vyzeráť veľmi podobne. *Odfotené rádioteleskopom ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/NASA/ESA.*