

Leonard Mlodinow

POKONČNI MISLECI

*Potovanje človeštva od življenja na drevju
do razumevanja vesolja*

Leonard Mlodinow

POKONČNI MISLECI

*Potovanje človeštva od življenja na drevju
do razumevanja vesolja*

Prevedel Sandi Kodrič



Ljubljana, 2017

Leonard Mlodinow
POKONČNI MISLECI
Potovanje človeštva od življenja na drevju do razumevanja vesolja

THE UPRIGHT THINKERS
The Human Journey from Living in Trees to Understanding the Cosmos

Copyright © Leonard Mlodinow, 2015. All rights reserved.

© za Slovenijo UMco, d. d., 2017. Vse pravice pridržane.

Prevod: Sandi Kodrič

Izdajatelj in založnik: UMco d. d., zbirka Angažirano

Odgovorni urednik: dr. Samo Rugelj

Strokovni pregled: doc. dr. Igor Mandič

Jezikovni pregled: Mira Turk Škraba

Oblikovanje ovitka in postavitev: Aleš Cimprič

Fotografija na naslovnici: Depositphotos

Številčenje kazala in korektura: Vanja Jazbec in Ana Kovač

Tisk: Primitus d. o. o.

Naklada: 400 izvodov, 1. natis

Ljubljana, 2017

Knjižno delo je izšlo v okviru programa, ki ga sofinancira
Javna agencija za knjigo Republike Slovenije.

Brez pisnega dovoljenja založbe je prepovedano reproduciranje, distribuiranje, javna priobčitev, predelava ali druga uporaba tega avtorskega dela ali njegovih delov v kakršnem koli obsegu ali postopku, skupaj s fotokopiranjem, tiskanjem ali shranitvijo v elektronski obliki, v okviru določil Zakona o avtorski in sorodnih pravicah.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

001(091)
5(091)

MLODINOW, Leonard

Pokončni misleci : potovanje človeštva od življenja na drevju do razumevanja vesolja / Leonard Mlodinow ; prevedel Sandi Kodrič. - 1. natis. - Ljubljana : UMco, 2017

Prevod dela: The upright thinkers

ISBN 978-961-6954-83-9

290497024

UMco d. d., Leskoškova 12, 1000 Ljubljana
tel.: 01/ 520 18 39, e-pošta: bukla-urednistvo@umco.si, www.bukla.si

Simonu Młodinowu

VSEBINA

Prvi del: POKONČNI MISLECI

- 1. *Naša sla po znanju*** 13
Stradajoči človek, lačen znanja • Človeška odisejada odkrivanja
- 2. *Radovednost*** 21
Kuščarji ne sprašujejo • Od spretneža do modreca • Kaj otroci vprašajo, šimpanzi pa ne
- 3. *Kultura*** 39
Prvo človekovo svetišče • Znanje, ideje in vrednote se razširjajo • Kultura primatov in človeka
- 4. *Civilizacija*** 59
Iz savane v mesta • Kako so čari in nadloge sosedov prispevali k nastanku pisave in računstva • Iznajdba prava, od kmeta (*Ne bruhaj v potok*) do planeta (*Ne zapuščaj svoje orbite*)
- 5. *Razum*** 85
Slaba letina in jeza bogov • Nov pogled na svet • Skrivnost spreminjanja in tiranija zdravega razuma • Aristotel, wikipedija v eni osebi

Drugi del: ZNANOST

- 6. *Novi način razmišljanja*** 111
Zaupati lastnim očem bolj kot prednikom •
Kastrirani merjasci in univerzalni zakoni gibanja •
Netaktni profesor Galilei
- 7. *Mehansko vesolje*** 147
Dobri, umazani, zli • Isaac Newton • Stava, ki je
Newtona odvrnila od alkimije k najvplivnejši znanstveni
razpravi vseh časov • Moč newtonovskega mišljenja
- 8. *Iz česa so stvari*** 189
Od balzamiranja do alkimije • Podobnost med
gorenjem in dihanjem • Lavoisier izgubi glavo •
Mendelejev in njegov periodni sistem
- 9. *Živa narava*** 229
Celice in kompleksnost življenja • Recept za delanje
miši in revolucionarni mikroskop • Tragedija, bolezen
in Darwinove skrivne raziskave

Tretji del: ONKRAJ ČLOVEKOVIH ZAZNAV

- 10. *Omejitve človekovega izkustva*** 267
Milijarda milijard drobcenih vesolj v kapljici vode •
Razpoke v newtonovskem pogledu na svet •
Sprejemanje nevidne realnosti • Planck in Einstein
izumita kvante
- 11. *Nevidno kraljestvo*** 303
Sanjačev uvid • Nore ideje skromnega bledega
mladeniča • Zgodnji kvantni zakoni, »popoln
nesmisel, ki meji na prevaro«

12. Kvantna revolucija	323
Heisenbergova nova fizika • Bizarna resničnost kvantnega univerzuma • Zapuščina nove znanosti	
<i>Epilog</i>	359
Zahvala	367
Končne opombe	369
Viri ilustracij	393
Stvarno in imensko kazalo	395

Prvi del

Pokončni misleci

Najčudovitejša in najgloblja človekova izkušnja je občutenje misterioznosti. Na njej temeljita tako religija kot resno ukvarjanje z znanostjo in umetnostjo. Kdor je ni nikoli občutil, je za moje pojme, če že ne mrtev, pa vsaj slep.

– Albert Einstein, *Moj kredo*, 1932

Naša sla po znanju

Oče mi je nekoč pravil o svojem sotrpinu, izmozganem internirancu v koncentracijskem taborišču Buchenwald, ki je bil matematično izobražen. O ljudeh se da nekaj sklepati iz tistega, kar jim pade na pamet, ko slišijo »besedo« pi. Matematiku ta beseda pomeni številčno razmerje med obsegom in premerom kroga. Če bi vprašali mojega očeta, ki je imel le nedokončano osnovno šolo, bi rekel, »okroglo hrustljivo pecivo z jabolki« (pita, angl. pie, op. prev.). Kljub velikanski vrzeli med njima je interniranec matematik nekega dne mojemu očetu zastavil matematično uganko. Moj oče je o njej nekaj dni razmišljal, vendar je ni uspel rešiti. Ko je ponovno srečal matematika, ga je prosil za rešitev, toda mož mu je ni hotel izdati, češ da naj jo poišče sam. Čez nekaj dni je oče spet spregovoril z matematikom, toda ta je še naprej rešitev držal zase, kot bi šlo za kepo zlata. Moj oče je poskusil svojo radovednost obrzdati, a mu ni uspelo. Sredi smradu po smrti, sredi koncentracijskega taborišča je obsedeno hlepel po rešitvi. Nazadnje mu je matematik ponudil kupčijo – razkril mu bo rešitev v zameno za očetovo skorjo kruha. Ne vem, koliko je moj oče tedaj tehtal, toda ko so jih ameriške sile osvobodile, je imel 39 kilogramov. In vendar je bila njegova želja izvedeti rešitev tako močna, da se je zanjo odpovedal kosu kruha.

Ko mi je oče to pripovedoval, sem bil v poznih najstniških letih, in zgodba se mi je močno vtisnila v spomin. Oče je v vojni izgubil starše, družinsko premoženje je bilo zaplenjeno, on sam je bil izstradan, oslavljen in pretepen. Nacisti so mu odvzeli vse stvari, ostalo mu je le hrepenenje po znanju in razmišljanju. Bil je zaprt, toda njegov um je bil prost in je pohajkoval naokoli. Spoznal sem, da je iskanje znanja najbolj človeška od vseh naših želja in da tudi mene žene hrepenenje po razumevanju sveta, tako kot je nekdanj, v povsem drugačnih okoliščinah, gnalo njega.

Odločil sem se za študij naravoslovja, in pozneje me je oče večkrat spraševal o tem – ne o konkretnih podrobnostih, ki sem se jih naučil, temveč o globljem pomenu –, od kod izvirajo teorije, zakaj so mi vseč in kaj nam povedo o nas kot človeških bitjih. Pričujoča knjiga, ki sem jo napisal več desetletij pozneje, je moj poskus odgovoriti na ta vprašanja.

Pred nekaj milijoni let smo ljudje začeli hoditi pokončno, kar je spremenilo naše mišičevje in okostje ter sprostito roke, da so lahko prijemale predmete okoli nas. Poleg tega nam je vzravnost dvignila pogled in nam razširila obzorje. Tako kot se je dvignila naša drža, je z njo zrasel naš um in prerasel um drugih živali. Svet smo začeli spoznavati ne le z vidom, temveč tudi z razmišljanjem. Stojimo pokončno, toda predvsem smo misleci.

Plemenitost človeštva izvira iz naše sle po znanju in edinstvenost naše vrste odražajo dosežki v tisočletjih naporov pri dešifriranju ugank narave. Če bi nekemu našemu predniku dali na voljo mikrovalovno pečico, da bi si v njej pogrel zobrovo meso, bi si utegnil zamisliti, da v njeni notranjosti deluje vojska miniaturnih božanstev, ki z miniaturnimi kresovi grejejo meso, potem pa čudežno izginejo, ko se odpro vrata. Toda resnica je

prav tako čudežna: da peščica preprostih neovrgljivih abstraktnih zakonov velja za celotno naše vesolje – od delovanja mikrovalovne pečice do naravnih čudes okoli nas.

Ko se je naše razumevanje naravnega sveta razvijalo, smo napredovali. Od videnja plime kot posledice delovanja boginje do spoznanja o gravitacijskem privlaku Lune. Od zvezd kot bogov, ki naseljujejo nebo, do razumevanja zvezd kot jedrskih peči, ki ob gorenju pošiljajo fotone proti nam. Danes razumemo dogajanje v notranjosti našega Sonca, ki je 150 milijonov kilometrov stran, in sestavo atoma, ki meri manj kot milijardinko naše velikosti. Da smo zmogli dešifrirati take naravne pojave, je več kot čudež – za nameček pa tvori tudi zanimivo zgodbo, pravo epopejo.

Pred časom sem eno sezono sodeloval v scenaristični ekipi televizijske nanizanke *Zvezdne steze: naslednja generacija*. Na prvem delovnem srečanju z drugimi pisci in producenti sem predlagal idejo za epizodo, ki se mi je zdela vznemirljiva, ker je vključevala pravo astrofiziko Sončevega vetra. Na sebi sem čutil poglede vseh prisotnih, ko sem kot novinec, fizik, navdušeno opisoval svojo zamisel in njeno znanstveno ozadje. Ko sem po kaki minuti končal, sem ponosno in zadovoljno pogledal proti svojemu šefu, osornemu producentu srednjih let, ki je bil nekoč kriminalistični policist v New Yorku. Ta je bolščal vame z nečitljivim izrazom na obrazu, nato pa zabevskal: »Zapri že, prekleti brihtnež!«

Ko sem premaгал zadrego, sem spoznal, da me je s tem brez odvečnega okolišenja opomnil, da so me najeli zaradi mojih pripovedovalskih veščin, ne pa da bi jih poučeval o fiziki zvezd. Poanto sem vzel na znanje in se je držim ves čas odtlej. (Zapomnil sem si še neki drugi možakarjev nasvet: Kadar začutiš, da te bodo odpustili, segrej vodo v svojem bazenu.)

Iz napačnih ust je znanost lahko neverjetno dolgočasna. Toda zgodba o tem, kaj vemo in kako smo to izvedeli, nikakor ni dolgočasna, pač pa skrajno vznemirljiva. Polna je epizod

odkrivanja, ki so najmanj tako očarljive kot *Zvezdne steze* ali pristanek na Luni. V njih nastopajo slikoviti in strastni liki, kakršne poznamo tudi iz umetnosti, glasbe ali leposlovja: iskalci, katerih nenasitna radovednost je našo vrsto pripeljala od začetkov v afriških savanah do današnje družbe.

Kako jim je to uspelo? Kako je človeška vrsta, odkar se je vzravnala in začela hoditi pokončno, odkar je živela od tistih sadežev, oreščkov in koreninic, ki se jih je dalo nabrati z golimi rokami, napredovala do tega, da pilotiramo letala, si izmenjujemo sporočila z ljudmi na drugem koncu sveta in ustvarjamo ogromne laboratorije z razmerami, v kakršnih je bilo nekdane vesolje? To je zgodba, ki jo želim deliti z vami, zgodba, s katero spoznavamo skupno dediščino človeštva.

* * *

Pripisati nekemu, da verjame v ploščato Zemljo, je danes že klišejsko. Toda če se razdalje in razlike med državami zmanjšujejo, se po drugi strani povečujejo razlike med današnjim in jutrišnjim dnem. V času nastanka prvih mest, okoli leta 4000 pr. n. št., je bil najhitrejši način potovanja s karavano kamel. Ta je premagala nekaj kilometrov na uro. Približno tisoč do dva tisoč let pozneje so iznašli vprežni voz,¹ kar je hitrost zvišalo na okoli trideset kilometrov na uro. Šele v 19. stoletju je parna lokomotiva prinesla bistven hitrostni preskok in železnica je ob koncu 19. stoletja zmogla čez 100 km/h. Človeštvo je potrebovalo dva milijona let, da je tek s hitrostjo 15 km/h izboljšalo na vožnjo s 150 km/h, potem pa je trajalo le petdeset let do letala, ki je letelo z več kot 1.600 km/h. In v osemdesetih letih 20. stoletja so ljudje v vesoljskem čolniku potovali s hitrostjo 27.000 km/h.

Tudi na drugih področjih se je tehnološki napredek podobno pospešil. Vzemimo na primer telekomunikacije. Še v 19. stoletju je tiskovna agencija Reuters uporabljala poštno golobe²

za dostavo podatkov o cenah na borzi. Sredi 19. stoletja se je uveljavil telegraf, v 20. stoletju pa telefon. Trajalo je 81 let, da je imelo tri četrtine prebivalstva dostop do klasičnega telefona. Mobilnim telefonom je to uspelo v osemindvajsetih, pametnim telefonom pa v trinajstih letih. V zadnjih letih sta elektronska pošta in SMS-sporočilo nadomestila telefonski klic kot primarni medij za komunikacijo na daljavo, sam telefon pa se vse bolj uporablja kot žepni računalnik.

Ekonomist Kenneth Boulding je izjavil, da se »današnji svet bolj razlikuje od onega, v katerega se je rodil, kot pa tedanji svet od sveta iz časa Julija Cezarja«. ³ Boulding je bil rojen leta 1910, umrl pa je leta 1993. Spremembe, ki jim je bil priča – in mnoge druge, ki so se odvile potem –, so bile proizvod znanosti in na njej temelječe tehnologije. Te spremembe se dotikajo večjega dela človekovega življenja kot kadar koli prej, naš uspeh pri delu in v družbi pa je v veliki meri odvisen od naše zmožnosti asimiliranja in kreiranja inovacij. Kajti danes morajo tudi tisti, ki ne delajo v znanosti in tehnologiji, slediti tehnološkim spremembam, če želijo ostati konkurenčni. Odkrivanje in odkritja so zato pomembna téma za vsakogar od nas.

Da bi dobili pravo perspektivo o tem, kje smo, in da bi lahko upali, da bomo doumeli, kam gremo, moramo vedeti, od kod smo prišli. Največji triumfi intelektualne zgodovine človeštva – pisava, matematika, naravoslovje – so ponavadi predstavljeni izolirano, kot da niso imeli nič skupnega drug z drugim. Toda to je pristop, ki izpostavlja drevesa namesto gozda in zanemarija enotnost človeškega znanja. Razvoj moderne znanosti – pogosto slavljen kot delo »osamljenih genijev«, kot sta bila Galilei in Newton – ni zrasel iz družbenega ali kulturnega vakuuma. Korenine je imel v znanstvenem pristopu, ki so ga utemeljili stari Grki. Naslanjal se je na velika vprašanja, ki so si jih zastavljale religije. Razvijal se je z roko v roki z novimi pristopi v umetnosti. Obarvali so ga nauki alkimistov. In nazadnje: ne

bi bil mogoč, če ne bi bilo družbenega napredka, ki sega od nastanka velikih univerz v Evropi do tako banalnih stvari, kot je poštni sistem, ki je povezal sosednja mesta in države. Grško razsvetljenje, če gremo še dlje nazaj, je vzkliklo na podlagi osupljivih iznajdb starejših ljudstev Mezopotamije in Egipta.

Pot do človekovega razumevanja vesolja zato ni sestavljena iz posamičnih vinjet, temveč iz številnih medsebojnih povezav in vplivov. Vse to sestavlja koherentno zgodbo, poenoteno celoto iz prepletajočih se delov, ki se začneja ob zori človeške vrste. V nadaljevanju vas bom popeljal na voden ogled izbranih poglavij iz odisejade odkrivanja.

Naš pohod se začneja z razvojem uma modernega človeka in ključnimi obdobji, v katerih je človeški um spoznaval nove poglede na svet. Spotoma bom predstavil nekaj fascinantnih likov, ki so s svojimi osebnostnimi vrlinami in izvirnim razmišljanjem odigrali pomembno vlogo pri tem.

Kot mnoge drame ima tudi naša zgodba tri dejanja. Prvi del, ki pokriva milijone let, sledi evoluciji človeških možganov in našemu nagnjenju, da se sprašujemo »zakaj«. Prvi zakaji so nas privedli do duhovnih raziskovanj in kasneje pripeljali do razvoja pisave in matematike ter koncepta zakonov, nujnih orodij znanosti. Nazadnje so zakaji prinesli iznajdbo filozofije in uvida, da snovni svet deluje po zakonitostih, ki se jih da – v principu – razumeti.

Naslednji odsek našega potovanja razišče rojstvo naravoslovne znanosti. To je zgodba o revolucionarjih, ki so imeli dar za opazovanje sveta na drugačen način, razen tega pa potrpežljivost, predanost, bistrost in pogum, da so vztrajali dolga leta in celo desetletja, da so lahko izpopolnili svoje zamisli. Ti pionirji – misleci, kot Galilei, Newton, Lavoisier in Darwin – so se dolgo in zavzeto borili proti tedaj veljavnim doktrinom, zato je njihovo življenje tudi pričevanje o osebnem boju, v katerem je bilo včasih na kocki tudi njihovo življenje.

In nazadnje, kot v mnogih dobrih pripovedih, naša zgodba naleti na nepričakovan obrat prav v trenutku, ko njeni protagonisti utemeljeno pričakujejo, da se bližajo cilju. Ko je človeštvo začelo verjeti, da je razvozlalo vse zakone narave, so – v čudnem zasuku usode – misleci, kot Einstein, Bohr in Heisenberg odkrili novo, nevidno kraljestvo bivanja, za katerega je bilo treba zakone odkriti na novo. Ta »drugi« svet – s svojimi nezemeljskimi zakoni – obstaja v tako majhnem merilu, da ga je težko neposredno spoznavati. Gre za mikrokozmos atoma, v katerem veljajo zakoni kvantne fizike. Ti so odgovorni za izjemno hitre spremembe, ki jim je izpostavljena današnja družba, kajti naše razumevanje kvantnega sveta je bilo temelj za iznajdbo računalnikov, mobilnikov, televizije, laserja, interneta, medicinskih slikovnih tehnik, genetskega kartiranja in mnogih drugih revolucionarnih tehnologij.

Medtem ko prvi del obsega več milijonov let, drugi del pa več stoletij, tretji del pokriva le nekaj desetletij, kar ponazarja eksponentno hitrost kopičenja človeškega znanja – in opozarja, kako nedavno je naše kukanje v ta čudni novi svet.

* * *

Odisejada človekovega odkrivanja se razteza preko mnogih obdobj, vendar so bistveni elementi našega prizadevanja razumeti svet ves čas isti, saj izvirajo iz človekove narave. Ena od stalnic, ki je znana vsakomur, ki dela na področju inovacij in odkrivanja, je težavnost prodiranja zamisli ali koncepta sveta, ki se ne sklada z obstoječim védenjem o svetu ali z že znanimi idejami.

V petdesetih letih 20. stoletja je Isaac Asimov, eden od najbolj znamenitih piscev znanstvene fantastike vseh časov, napisal trilogijo *Foundation (Ustanova)*, niz romanov, katerih dogajanje je postavljeno v več tisoč let oddaljeno prihodnost. V teh

knjigah moški vsakodnevno hodijo na delo v pisarne, ženske pa ostajajo doma. Nekaj desetletij pozneje je bila tedanja vizija oddaljene prihodnosti že močno zastarela. To omenjam zato, ker odraža skoraj univerzalno omejenost človeškega razmišljanja: našo ustvarjalnost oklepajo miselne konvencije, ki jih ne moremo razpreti in jih sploh ne postavljamo pod vprašaj.

Druga plat pri težavnem uveljavljanju sprememb je povezana s sprejemanjem. Spremembe je težko sprejeti; tudi s tem se bomo srečevali ves čas našega pohoda. Spremembe lahko na ljudi delujejo zastrašujoče. Bremenijo našo zavest, nas potisnejo iz območja udobja, nam razrahljajo obstoječe mentalne navade ali pa nas zmedejo oziroma dezorientirajo. Pripravijo nas do tega, da opustimo staro mišljenje, in to ne po lastni odločitvi, pač pa nam to vsilijo. Za nameček pa spremembe, ki so posledice znanstvenega napredka, pogosto porušijo sistem znanja in védenja velikega števila ljudi, na katerega so vezane njihove službe in kariere. Zato nove znanstvene ideje pogosto naletijo na odpor, jezo ali smešenje.

Znanost je duša sodobne tehnologije in temelj sodobne civilizacije. Nanjo se navezujejo mnoge politične, verske in etične dileme. Znanstvene ideje vedno hitreje transformirajo družbo. Toda kakor ima znanost ključno vlogo pri oblikovanju vzorcev človekovega mišljenja, tako so tudi vzorci človekovega mišljenja igrali pomembno vlogo pri oblikovanju znanstvenih teorij. Kot je pripomnil Einstein, je znanost »prav tako subjektivna in psihološko pogojena kot vse druge veje človeških aktivnosti«. ⁴ V tej knjigi sem poskusil v tem duhu opisati razvijanje znanosti – kot intelektualno in kulturno pogojeno dogajanje, ki ga bomo najlažje razumeli z opredelitvijo osebnih, psiholoških, zgodovinskih in družbenih okoliščin, ki so delovale na njene akterje. Ko na znanost pogledamo na tak način, ne osvetljujemo zgolj znanstvenih procesov, temveč tudi ustvarjalnost, inovativnost in druge človeške plati njenih akterjev.

Radovednost

Da bi razumeli, od kod izvira znanost, se moramo najprej posvetiti izvoru človeške vrste. Naša edinstvenost je v tem, da smo obdarjeni s sposobnostjo in željo razumeti sami sebe in svet okoli nas. To je največji naravni dar, ki nas ločuje od drugih živali. Zato smo mi tisti, ki proučujemo miši in morske prašičke, ne pa oni nas. Tisočletno hrepenenje po spoznavanju, vedenju in ustvarjanju nas je opremilo z orodji za preživetje, da smo si lahko ustvarili lastno ekološko nišo. Z močjo našega intelekta, ne telesne moči, smo prilagodili okolico svojim potrebam, namesto da bi dopustili okolju, da nas oblikuje – ali potolče. V preteklih milijonih let je kreativnost našega razmišljanja premagovala ovire, ki so nam stale na poti.

Ko je bil moj sin Nicolai še majhen, je rad z menoj lovil martinčke, da bi jih imel kot hišne ljubljence – v južni Kaliforniji to ni nič nenavadnega. Ko se je bližal živalici, sva opazila, da je sprva otrpnila; ko sva se sklonila, pa je pobegnila. Nazadnje sva se domislila, kako jo bova ujela. Prinesla sva škatlo, jo poveznila čez martinčka, preden bi pobegnil, nato pa po tleh pod škatlo porinila velik karton. Jaz sam, če hodim po temni opusteli ulici in zagledam kaj sumljivega, ne otrpnem, pač pa nemudoma prečkam ulico in nadaljujem po drugi strani. Zato lahko rečem, da če bi se meni pripetilo, da bi se mi bližala

dva gigantska plenilca z veliko škatlo in buljila vame, bi takoj posumil na najhujše in stekel stran, kolikor hitro bi se dalo. Martinčki pa ne presoajajo svojega položaja. Ravnajo izključno nagonsko. Ni dvoma, da jim je ta nagon dobro služil veliko milijonov let, preden je prišlo do srečanja z Nicolajjem in njegovo škatlo – takrat pa jim je škodil.

Ljudje sicer nismo telesno najmočnejši, najhitrejši ali najspretnejši, vendar znamo svoje nagone dopolniti z razumom in – kar je najpomembnejše – sprašujemo se o stanju nas samih in našega okolja. To sta predpogoja znanstvene misli in ključni značilnosti naše vrste. Zato se naša pustolovščina začenja s tem, z razvojem edinstvenih človeških možganov.

Imenujemo se »človeška« vrsta, vendar ta pridevnik ne velja le za nas, vrsto *homo sapiens sapiens* – temveč za ves rod *Homo*. Ta vključuje druge vrste, med katerimi sta bila naša že davno izginula sorodnika *homo habilis* in *homo erectus*. V turnirju na izpadanje, ki mu pravimo evolucija, so se vse druge človeške vrste izkazale za neadekvatne. Samo mi smo z močjo našega uma uspeli premagati vse izzive preživetja (vsaj doslej).

Ni še dolgo od takrat, ko je človek, ki je opravljal funkcijo predsednika Irana, domnevno izjavil, da so Judje potomci opic in prašičev. Ohrabrujoče je, kadar fundamentalist (katere koli vere) potrdi, da verjame v evolucijo, zato ga najraje ne bi kritiziral, toda dejansko so Judje – pa tudi vsi drugi ljudje – potomci opic in podgan oziroma živali, ki spominjajo na današnje podgane.⁵ Naš daljni prednik, praoče oziroma pramati nekdanjih primatov in nam podobnih sesalcev, je bila verjetno simpatična, repata in kosmata vrsta, katere predstavniki so tehtali kakega četrt kilograma. V znanstveni literaturi je dobila ime *Protungulatum donnae*.

Znanstveniki verjamejo, da so te živalice drobencljale po svojem habitatu pred približno 66 milijoni let, malo po tistem, ko je v Zemljo trčil asteroid s premerom okoli deset kilometrov.



Umetnikova upodobitev *Protungulatum*

Katastrofalni trk je v ozračje dvignil toliko materiala, da je ta za dolgo časa zakril sončno svetlobo, in ustvaril toliko toplogrednih plinov, da se je temperatura na Zemlji, potem ko se je prah polegel, precej zvišala. Kombinacija teme in vročine je pobila približno tri četrtine vseh tedaj živečih rastlinskih in živalskih vrst, toda za nas je bila ugodna: ustvarila je ekosistem, v katerem živali, ki kotijo žive mladiče, lahko preživijo, ne da bi njihove mladiče takoj pomalicali požrešni dinosavri in drugi plenilci. V naslednjih desetinah milijonov let, ko so nastajale in izumirale vrste, se je v eni veji družinskega drevesa *Protungulatumov* razvil prednik današnjih opic, ki se je potem razvevil še naprej, med drugim v naše bližnje sorodnike šimpanze in opice bonobo ter nazadnje v vas, dragi bralci, in vaše rojake.

Danes se ljudje ne zgražajo več nad tem, da so bili naši predniki repati in da so jedli žuželke. Zase lahko rečem še več: ne le, da se ne zgražam, ampak sem, nasprotno, navdušen nad svojim rodovnikom in nad zgodbo o obstanku naše vrste in kulturni evoluciji. Dejstvo, da so naši daljni predniki podobni podganam in opicam, imam za eno od očarljivih čudes narave;

na našem osupljivem planetu so iz podgane po šestdesetih milijonih let nastali znanstveniki, ki proučujejo podgane in z nji mi svoj lastni izvor. Med potjo smo razvili kulturo, zgodovino, religijo in znanost; namesto gnezd iz šibja imamo lesketajoče se nebotičnike iz betona in jekla.

Hitrost intelektualnega napredovanja je dramatično naraščala. Narava je potrebovala šestdeset milijonov let, da je napravila »opico«, katere potomci smo, potem pa se je vsa naša telesna evolucija zgodila v nekaj milijonih let, naša kulturna evolucija pa traja le kakih deset tisoč let. Z besedami psihologa Juliana Jaynesa: »Vse življenje se je razvijalo v eno smer do določene točke, tam pa smo sami napravili zavoj pod pravim kotom, narkar je razvoj eksplodiral v drugo smer.«⁶

Živalski možgani so se razvijali iz najbolj prvinekega razloga: da bi čim bolje služili premikanju. Sposobnost premikanja – za iskanje hrane in zavetja ter za beg pred sovražniki – je seveda najbolj osnovna značilnost živali. Če se ozremo nazaj v evolucijsko preteklost k živalim, kot so gliste, deževniki in mehkužci, ugotovimo, da so predhodniki možganov krmilili gibanje s krčenjem mišic v pravem vrstnem redu. Toda zgolj premikanje nima pravega haska brez zmožnosti zaznavanja informacij o okolju, zato imajo tudi preproste živali nekaj čutenja, kaj se dogaja okoli njih – npr. celice, ki reagirajo na določene kemikalije ali na fotone svetlobe, tako da pošljejo električni impulz v živce, ki krmilijo gibanje. V času, ko se je pojavil *Protungulatum donnae*, so te svetlobno in kemično občutljive celice že evolvirale v čuta vid in voh, živčna veriga, ki je nadzorovala mišice, pa se je spremenila v možgane.

Nihče ne ve, kako so bili možgani naših prednikov organizirani v funkcionalne predele, toda v današnjih človekovih možganih je veliko več kot polovica nevronov namenjena motoriki in petim čutom. Tisti del možganov, ki naš ločuje od »nižjih« živali, je razmeroma majhen in je nastal pozno.

Eno od prvih človeku podobnih bitij⁷ je živel pred približno tremi milijoni let. Spoznali smo ga nekega dne leta 1974, ko je Donald Johanson, antropolog z inštituta za izvor človeka univerze Berkeley, našel majhen delček nadlahtnice v izsušeni prsti neke globeli v odročni severni Etiopiji. Johanson in njegov študent sta kmalu izkopala še več kosti: stegnenico, rebra, vretenca in del čeljustnice. Skupaj sta nabrala skoraj polovico ženskega skeleta. Imela je žensko obliko medenice, majhno lobanjo, kratke noge in dolge bingljajoče roke. Verjetno je ne bi ravno želeli povabiti na maturantski ples, toda ta 3,2 milijona let stara gospa je bila vez z našo preteklostjo, vmesna vrsta, in morda celo predstavница tiste vrste, iz katere izhaja ves rod *Homo*.

Johanson je novo odkrito vrsto poimenoval *Australopithecus afarensis*, kar pomeni »južna opica iz Afarja«. Pokrajina v Etiopiji, kjer je bilo najdišče, se namreč imenuje Afar. Izmisлил si je tudi ime za lastnico najdenega okostnjaka: Lucy, po pesmi Beatlov »Lucy in the sky with diamonds«, ki so jo predvajali po radiu, ko je Johansonova ekipa v taboru proslavljala odkritje. Andy Warhol je nekoč izjavil, da vsakomur pripada njegovih petnajst minut slave, in ta ženska je po milijonih let končno dobila svoje minute. No, če smo natančnejši, slave je bila deležna njena polovica, kajti druge polovice niso našli nikoli.

Presenetljivo je, kaj vse znajo antropologi ugotoviti iz polovice okostja. Lucyjini veliki zobje⁸ s čeljustjo, prilagojeno drobljenju, so jim povedali, da se je prehranjevala vegetarijansko, s trdimi koreninami, semeni in sadeži s trdo lupino. Zgradba njenega okostja kaže, da je imela velik trebuh, ki je bil potreben za dolga prebavila. Ta so bila nujna za prebavljanje tako velike količine rastlinske hrane, kolikor jo je potrebovala za preživetje. Najpomembnejše odkritje pa je bilo, da je zgradba njene hrbtenice in kolen nakazovala,⁹ da je večino časa hodila pokončno; kost, ki jo je leta 2011 Johanson s kolegi našel v bližini in pripada nekemu njenemu vrstniku, kaže na stopalo,

podobno človeškemu, ki ima lok, značilen za hojo, ne pa za prijetanje drevesnih vej. Lucyjina vrsta se je spustila z dreves in se privadila na življenje na tleh. Tam so nabirali hrano po gozdovih in travnatih stepah in izkoriščali nove, talne prehranske vire, kot so bili z beljakovinami bogati gomolji in korenine. To je bil način življenja, ki je – kot mnogi verjamejo – proizvedel celoten rod *Homo*.

Zamislite si življenje v hiši, pri čemer v sosednji stanuje vaša mama, v naslednji hiši njena mama in tako naprej. Človekova dediščina ni tako linearna, vendar je vseeno zanimivo razmišljati o vožnji po tej ulici in potovanju v času nazaj, s srečevanjem naših prednikov, eno generacijo za drugo. Če bi se odpravili na tako vožnjo,¹⁰ bi morali prevoziti šest tisoč kilometrov, da bi prispeli do domovanja naše kosmate prednice Lucy, ki bi s svojimi 110 cm in 30 kg veliko bolj spominjala na šimpanzino kot na sorodnico. Približno na polovici poti¹¹ bi peljali mimo hiše prednikov, ki so bili od Lucy oddaljeni 100.000 generacij. Tedaj je živela prva vrsta, ki je dovolj sorodna naši – sodeč po okostju, in kot domnevajo znanstveniki, po umskih sposobnosti –, da jo lahko uvrščamo v rod *Homo*. To dva milijona staro vrsto so poimenovali *homo habilis* ali »spretni človek«.

Homo habilis je naseljeval prostrane afriške savane v času, ko se je gozd zaradi podnebnih sprememb umikal. Te planjave z goščavami so bile neprijazno okolje zaradi velike količine strašljivih plenilcev. Manj nevarni med njimi so s *homo habilisom* tekmovali za hrano, bolj nevarni pa so ga želeli *imeti* za hrano. Spretni človek je lahko preživel z uporabo pameti – imel je že malo večje možgane, približno tolikšne kot manjša grenivka. Če ostanemo pri analogiji s sadeži, so bili po prostornini dvakrat večji od Lucyjinih v velikosti pomaranče, toda manjši od današnjih človekovih možganov v velikosti melone.*

* Za tiste, ki imate raje natančnost kot analogijo s sadeži, naj dodam, da so bili možgani spretnega človeka veliki za polovico naših.

Kadar primerjamo dve različni vrsti, iz izkušenj vemo, da je intelektualna zmogljivost običajno korelirana z razmerjem med težo možganov in telesno težo. Iz velikosti možganov torej lahko sklepamo, da je bil spretni človek inteligentnejši od Lucy in njenih vrstnikov. Na srečo lahko ocenimo velikost možganov tudi pri primatih, ki so že davno izumrli, saj se možgani vedno tesno prilegajo lobanji. Če najdemo lobanjo, dobimo kalup nekdanjih možganov.

Nikakor ne želim dajati vtisa, da je konfekcijska velikost človekovega klobuka merilo njegove inteligence. Zato moram takoj dodati pojasnilo, da znanstveniki govorijo o povezavi inteligence z velikostjo možganov le takrat, ko primerjajo *različne vrste* med seboj. Med posamezniki iz iste vrste se velikost možganov lahko znatno razlikuje,¹² toda to *ne* odraža razlik v inteligenci. Pri današnjem človeku tehtajo približno 1,4 kilograma. Pa vendar je imel angleški pesnik lord Byron možgane, težke 2,3 kilograma, pri francoskem pisatelju in nobelovcu Anatolu Franceu so tehtali le slab kilogram, pri Einsteinu pa 1,2 kilograma. Znan je tudi primer nekega Daniela Lyonsa, ki je umrl leta 1907, star 41 let. Imel je normalno telesno težo, ko pa so pri obdukciji stehali njegove možgane, so izmerili le 680 gramov. Poanta tega naštevanja je, da je znotraj določene vrste arhitektura možganov (povezave med nevroni in skupinami nevronov) bistveno pomembnejša od njihove velikosti.

Lucyjni možgani so bili le neznatno večji od šimpanzovih. Pomenljivo pa je, da nam *oblika* njene lobanje nakazuje, da je bilo več intelektualne kapacitete v tistih delih možganov, ki se ukvarjajo s čutnim zaznavanjem, medtem ko so bili čelni, temenski in senčni reženj – predeli, v katerih se procesirata abstraktno razmišljanje in jezik – razmeroma nerazviti. Lucy je bila korak naprej proti rodu *Homo*, vendar še ne čisto tam. To se je spremenilo šele s spretnim človekom.

Tako kot Lucy, je tudi spretni človek stal na dveh nogah¹³ in imel proste roke za nošenje stvari, toda v nasprotju z Lucy je on proste roke uporabljal za eksperimentiranje z okolico. In tako se je pred približno dvema milijonoma let zgodilo, da je neki pripadnik vrste *homo habilis*, nekdanji Einstein ali nekdanja Marie Curie (ali, morda verjetnejše, več starodavnih genialcev, ki so delovali neodvisno drug od drugega), opravil prvo pomembno odkritje: če poševno udariš na kamen z drugim kamnom, mu lahko odbiješ kos, ki ima oster rob in obliko noža. Razbijanje skal morda ni ravno videti kot slavni začetek družbene in kulturne revolucije. Nedvomno je prelom kamna malenkost v primerjavi z iznajdbo žarnice, interneta ali čokoladnih piškotov. Vseeno pa je bil to naš prvi drobn korak proti spoznanju, da se lahko učimo o naravi in jo spreminjamo, da si



Homo habilis

izboljšamo bivanje, ter da se lahko zanašamo na možgane, ki nam dajejo intelektualno moč, s katero dopolnimo in presežemo svojo telesno moč.

Za bitja, ki niso še nikoli videla nobenega orodja, je bil ogromni umetni zob, ki se ga da držati v roki in uporabiti za sekanje in rezanje, prelomen izum, ki je v celoti spremenil njihovo življenje. Lucy je bila vegetarijanka. Mikroskopski pregled obrabe zob *homo habilisa* in zlomljene kosti, ki so bile najdene poleg njihovih okostnjakov, pa so pokazali, da si je spretni človek s kamnitimi noži pomagal¹⁴ pri dodajanju mesa v prehrano.

Lucyjinu rastlinojedo ljudstvo je bilo izpostavljeno sezonskemu pomanjkanju hrane, *homo habilis* pa je lahko premostil ta obdobja, ker je bil vsejed. In ker je meso bolj zgoščena oblika hranilnih snovi kot rastlinska tvar, mesojedci potrebujejo manj hrane kot rastlinojedci. Res pa je, da se ti ni treba poditi za glavo brokolija, da bi jo ubil. Priskrbeti si živalsko hrano utegne biti precej težavno, dokler nimaš smrtonosnega orožja, in spretni človek ga ni imel. Zato je večino mesa pridobil iz živalske mrhovine, ki so jo za seboj pustili plenilci, kot npr. sabljasti tigri, ki so s svojimi mogočnimi sprednjimi šapami in morilskimi zobmi pobili več plena, kot so ga bili zmožni jesti. Toda tudi mrhovinarstvo je težavno, če moraš pri tem tekmovati z drugimi živalmi. Ko boste naslednjič nergali zaradi polurnega čakanja na hrano v vaši priljubljeni restavraciji, se spomnite, da so vaši predniki morali tekmovati za hrano s tropom krvoločnih hijen.

Pri mukotrpnem preskrbovanju s hrano¹⁵ si je spretni človek s temi ostrimi kamni olajšal odrezovanje mesa. To je lahko počel hitreje in si tako izboljšal možnosti pri tekmovanju z živalmi, ki so bile že rojene s takim orodjem. Nož, prvi človekov pripomoček, se je takoj močno razširil in ostal najbolj uporabljano orodje skoraj dva milijona let. Pravzaprav so v zgodnjih šestdesetih letih 20. stoletja prav ostanki teh ostrih kamnov poleg fosilov