

Turinys

Įvadinis žodis	7
1 Mūsų atsiradimas	13
2 Klajotojai po žemynus	39
3 Mūsų biologinis prizas	69
4 Vandenynų ir jūrų geografija	104
5 Ką naudojame statyboms	139
6 Mūsų metalinis pasaulis	171
7 Šilko keliai ir stepių tautos	201
8 Pasaulinė vėjo mašina ir didžiųjų geografinių atradimų amžius	234
9 Energija	274
Baigiamasis žodis	308
Svetainė	313
Išnašos	314
Literatūros sąrašas	324
Padėka	347
Iliustracijų autorių sąrašas	348
Apie autorių	351

Ivadinis žodis

Kodėl pasaulis yra toks, koks yra?

Klaisiu ne filosofiniu – kodėl mes visi čia esame? – o giliai moksliniu požiūriu: kokios priežastys lėmė pagrindinius pasaulio bruožus, žemynų ir vandenynų, kalnų ir dykumų gamtovaizdį? Ir kokios įtakos mūsų rūšies atsiradimui bei vystymuisi ir visuomenių bei civilizacijų istorijai turėjo ne tik mūsų planetos vietovės bei procesai ir netgi mūsų artimiausia kosminė erdvė? Kokiais būdais pati Žemė tapo viena pagrindinių veikėjų, formavusių žmonijos istoriją – veikėja, pasižyminti išskirtiniais veido bruožais, nuotaikų kaita ir kartais rodanti kaprizus?

Mano sumanymas – patyrinti, kaip Žemė mus sukūrė. Žinoma, visi mes tikrąja tų žodžių prasme esame padaryti iš Žemės, kaip ir visa gyvybė Žemėje apskritai. Jūsų kūne esantis vanduo kadaise tekėjo Nilu, krito su musoninėmis liūtimis Indijoje ir plaukiojo Ramiajame vandenyne. Mūsų ląstelių organinėse molekulėse esančią anglį iš atmosferos surinko augalai, kuriais maitinamės. Druska, kurios gausu mūsų prakaito ir ašarose, kauluose sukauptas kalcis ir kraujyje esanti geležis – visa tai dėl erozijos radosi iš Žemės plutos; o mūsų plaukų ir raumenų baltymų molekulėse esančią sierą išspjovė ugnikalniai.¹ Žemė taip pat suteikė mums žaliavų, kurias iškasėme, išvalėme ir sudėjome į įrankius bei technologijas: nuo primityvių senojo akmens amžiaus (paleolito) rankinių kirvukų iki šiandieninių kompiuterių ir išmaniųjų telefonų.

Ne kas kita, o mūsų planetos aktyvios geologinės jėgos lėmė tai, kad Rytų Afrikoje evoliucionavome kaip išskirtinai protinga, bendraujanti ir išradinga žmogbeždžionė,* o kintantis planetos klimatas suteikė galimybę migruoti po pasaulį ir tapti plačiausiai paplitusia gyvūnų rūšimi Žemėje. Kiti pasaulinio masto planetos procesai ir įvykiai sukūrė įvairius kraštovaizdžius ir nevienodo klimato regionus, kurie turėjo esminės įtakos civilizacijų atsiradimui ir vystymuisi. Šie planetos procesai žmonijos istorijoje vaidino didžiulį vaidmenį: nuo, atrodytų, visiškai nereikšmingų iki pamatinių dalykų. Pamatysime, koku būdu Žemės klimato vėsimas ir sausėjimas yra atsakingas už tai, kad dauguma iš mūsų gali mėgautis rieke skrudintos duonos arba dubenėliu dribsnių; kaip dėl susidūrusių žemynų Viduržemio jūros regionas tapo įvairiausių kultūrų katilu; ir kaip kontrastingos klimato juostos Eurazijoje nulėmė iš esmės skirtingus žmonių gyvenimo būdus, tūkstančius metų formavusius tautų istoriją visame žemyne.

Pastaruojų metu mes labai susirūpinome galingu žmonijos poveikiu gamtai. Ilgainiui mūsų populiacija pasaulyje labai išaugo, vis daugiau naudojame gamtinių išteklių ir vis efektyviau valdome energijos išteklius. Atėjo metas, kai *Homo sapiens* perėmė iš Gamtos vyraujančios gamtinės jėgos Žemėje vaidmenį. Mūsų miestų statybos ir kelių tiesimas, tvenkiamos upės, pramonė ir kasyba daro pasauliui labai didelę ir ilgalaikę įtaką, keičia visuotinį klimatą ir lemia įvairių gyvybės rūšių nykimą. Mokslininkai pasiūlė suteikti pavadinimą naujai geologinei epochai, šitaip pripažįstant milžinišką įtaką, kurią darome gamtiniam planetos procesams. Ji pavadinta

* Beje, Rytų Afrikos riftas buvo ne tik žmonijos evoliucijos lopšys ir ankstyvasis darželis, bet ir regionas, kuriame praėjo mano paties vaikystė: lankiau mokyklą Nairobyje, atostogaudavome su šeima savanoje ir prie Rytų Afrikos lūžių slėnio ežerų ir ugnikalnių. Būtent dėl šių patirčių visą gyvenimą mane domina mūsų ištakų klausimas.

antropocenu, vėlyvuuju žmonijos amžiumi.² Tačiau mes, kaip rūšis, vis dar esame neatsiejamai susiję su savo planeta: tiek Žemės istorija atsispindi mūsų sandaroje, tiek mūsų veikla paliko išskirtinį pėdsaką gamtoje. Norėdami adekvačiai suprasti savo pačių istoriją, turime ištirti pačios Žemės biografiją – jos kraštovaizdžio ypatybes ir pamatinę struktūrą, atmosferos apytaką ir klimato regionus, plokščių tektoniką ir ankstesnius klimato kaitos epizodus. Šioje knygoje sieksime išsiaiškinti, ką mūsų aplinka padarė *mums*.

Ankstesnėje savo knygoje, *Žinojimas*,³ užsibrėžiau rasti atsakymą, kaip mes galime kuo greičiau vėl atkurti civilizaciją nuo nulio, įvykus kokiai nors hipotetinei apokalipsei. Norėdamas geriau suprasti civilizacijos veikimo principus, tuo tikslu padariau prielaidą, kad staiga netekome visko, ką savo kasdieniame gyvenime priėmėme kaip savaiminę duotybę. Knygoje iš esmės tyrinėju svarbiausius mokslinius atradimus ir technologines inovacijas, kurios leido mums sukurti modernųjį pasaulį. Šįsyk norėčiau pažvelgti plačiau ir aptarti ne tik žmogaus išradingumą, kuris leido šiandien mums būti ten, kur esame, bet ir bandyti atsekti, kur veda viską paaiškinančios gijos dar toliau į praeitį. Mūsų modernaus pasaulio šaknų reikia ieškoti tolimoje praeityje; ir jei seksime jomis gilyn ir gilyn, stebėdami nuolat kintantį Žemės paviršių, apčiuopsime priežastinius ryšius, kurie mus nuves iki pat mūsų planetos gimimo.

Kam kada nors yra tekę kalbėtis su vaikais, žino, ką turiu omenyje. Smalsiam šešiamečiui, klausiančiam, kaip kas nors veikia arba kodėl kas nors yra taip, o ne kitaip, niekada nepakanka jūsų staiga pateikto paaiškinimo. Jam kyla dar daugiau klausimų. Iš paprasto klausimo visuomet randasi daugybė klausimų, tokių kaip: „Kodėl?“, „O kodėl?“, „Kodėl yra taip?“ Vaikas su nepasotinamu smalsumu stengiasi suvokti pasaulio, kurio dalis jis yra, prigimtį. Noriu patyrinėti mūsų istoriją tokiu pat principu, kasdamasis gilyn pro vis

fundamentalesnes priežastis, ir ištirti, kaip tarsi visai nesusijusios pasaulio savybės yra giliai viena su kita susijusios.

Istorija yra chaotiška, netvarkinga, pilna atsitiktinumų – keleri metai nepakankamo lietaus atneša badą ir socialinius neramumus; išsiveržęs ugnikalnis sunaikina netoliese esančius miestus; generalas kruvinau kautynių lauke, kuriame žvanga ginklai, priima prastą sprendimą ir dėl to suduodamas mirtinas smūgis imperijai. Tačiau pažvelgus į mūsų pasaulį plačiau, anapus istorijos atsitiktinumų galima išvelti tam tikras tendencijas bei nekintančius dalykus ir paaiškinti juos lemiančias galutines priežastis. Žinoma, mūsų planetos sandara lemia ne viską, tačiau tam tikrus bendruosius dalykus vis dėlto galima išskirti.

Atlikdami šį tyrimą pažvelgsime į labai ilgą laiko tarpą. Visa žmonijos istorija susiklostė iš esmės statiškame žemėlapyje – vos viename Žemės filmo kadre. Tačiau pasaulis ne visada atrodė taip, kaip jis atrodo dabar; ir nors žemynai bei vandenynai geologiniu požiūriu kinta itin lėtai, senieji Žemės pavidalai turėjo didelės įtakos mūsų istorijai. Mes pažvelgsime į kintančią Žemės prigimtį ir gyvybės mūsų planetoje vystymąsi pastaruosius keletą *milijardų* metų; žmogaus evoliucionavimą iš bendrų mūsų ir žmogbeždžionių protėvių per pastaruosius penkis *milijonus* metų; žmogaus gebėjimų padidėjimą ir išsibarstymą visame pasaulyje per pastaruosius *šimtą tūkstančių* metų; civilizacijos pažangą per pastaruosius *dešimt tūkstančių* metų; naujausias paskutinio *tūkstantmečio* prekybos, industrializacijos ir globalizacijos tendencijas; ir galiausiai į tai, kaip mes ėmėme suvokti šią savo kilmės istoriją pastarąjį *šimtmetį*.

Šioje kelionėje nukeliausime iki istorijos pakraščių – ir dar toliau. Istorikai, siekdami atskleisti mūsų seniausių civilizacijų istorijas, bando iššifruoti ir paaiškinti žmonijos raštišką paveldą. Archeologai nupučia dulkes nuo senovinių dirbinių, o griuvėsiai gali mums papasakoti apie mūsų seniausią priešistorę ir medžioto-

jų-rankiotųjų gyvenimo būdą. Paleontologai paaiškino mūsų, kaip rūšies, evoliuciją. O mes, norėdami pažvelgti dar toliau į praeitį, pasinaudosime kitų mokslų atradimais: pasiknaisiosime po įrašus, išsilaikiusius uolienų, kurios sudaro mūsų planetos audinį, sluoksnuose; perskaitysime senovės genetinio kodo, saugomo mūsų ląstelių DNR bibliotekoje, įrašus; pažvelgsime pro teleskopus, norėdami ištirti mūsų pasaulį suformavusias kosmines jėgas. Šioje knygoje istoriniai ir moksliniai pasakojimai persipins tarpusavyje, taip sudarydami jos audinį.

Kiekviena kultūra turi savo pasakojimus apie ištakas – nuo Australijos aborigenų Sapnalaikio iki zulų kūrimo mito. Tačiau ilgainiui modernus mokslas sukūrpė išsamesnį, stulbinantį paaiškinimą, kaip atsirado mus supantis pasaulis ir kaip mes jame įsikūrėme. Užuot pasikloję vien tik savo vaizduote, dabar, pasitelkdami šias tyrimo priemones, galime nušviesti visą žmonijos kūrimo istoriją. Tai ir yra tikriausias pasakojimas apie visos žmonijos bei planetos, kurioje gyvename, ištakas.

Knygoje išsiaiškinsime, kodėl Žemės klimatas pastaruosius keletą dešimčių milijonų metų vėso ir sausėjo ir kaip dėl šių sąlygų radosi augalų rūšys, kurias mes ėmėme auginti, ir žolėdžiai žinduoliai, kuriuos mes prisijaukinome. Ištirsime, kodėl užėjus paskutiniam ledynmečiui žmonės išsibarstė po visą pasaulį ir kodėl tapo sėslūs bei išplėtojo žemės ūkį tik šiame tarpledynmetyje. Panagrinėsime, kaip išmokome iš Žemės plutos iškasti įvairiausias metalus ir juos panaudoti, o dėl to įvyko daugybė istorinių įrankių gamybos ir technologijų revoliucijų; ir kaip Žemė davė mums iškastinio kuro šaltinius, kurių energija maitina mūsų pasaulį nuo pramonės perversmo laikų. Aptarsime didžiųjų geografinių atradimų amžių pamatinių Žemės atmosferos ir vandenynų apytakos sistemų kontekste ir kaip jūrininkai pamažu perprato vėjų struktūrą bei vandenynų sroves, nutiesė prekybos maršrutus tarp žemynų ir sukūrė

jūrų valstybes. Išsiaiškinsime, kaip Žemės istorija nulėmė nūdienos geostrateginių problemų atsiradimą ir tebedaro įtaką šiuolaikinei politikai – kaip pietryčių JAV regiono politinį žemėlapi ir toliau formuoja senovinės jūros nuosėdos, egzistavusios prieš 75 mln. metų, ir kaip Didžiosios Britanijos rinkėjų balsų pasiskirstymas atspindi geologinių nuosėdų, siekiančių prieš 320 mln. metų buvusį karbono periodą, buvimo vietą. Pažinę savo praeitį, gebėsime suprasti savo dabartį ir pasiruošti ateities iššūkiams.

Pradėsime savo pasakojimą nuo pamatinio klausimo: kokie planetos procesai lėmė žmonijos evoliuciją?

1 skyrius

Mūsų atsiradimas

Visi mes esame žmogbeždžionės.

Žmogiškoji evoliucijos medžio atšaka, žinoma homininių pavadinimu, priklauso platesnei gyvūnų grupei – primatams.* Mūsų artimiausi išlikę giminaičiai – šimpanzės. Genetikos mokslas atskleidžia, kad mūsų, kaip rūšies, atsiskyrimas nuo šimpanzių buvo labai ilgas ir išsitęsęs procesas, prasidėjęs prieš 13 mln. metų, tačiau tikėtina, kad tarp rūšinis maišymasis baigėsi tik prieš 7 mln. metų.¹ Tačiau galiausiai mūsų evoliucijos istorijos išsiskyrė: iš vienos atšakos radosi šandien gyvenančios paprastosios ir mažosios šimpanzės rūšys, o iš kitos atšakos radosi homininių rūšys, iš kurių mūsų rūšis, *Homo sapiens*, yra tik viena atšakėlė. Pažvelgus į mūsų rūšies vystymąsi pro šią prizmę, matyti, kad žmonės ne išsivystė iš žmogbeždžionių, bet veikiau mes vis dar *esame* žmogbeždžionės, kaip ir vis dar esame žinduoliai.

Visos pagrindinės homininių evoliucijos fazės įvyko Rytų Afrikoje. Šis pasaulio regionas yra planetos pusiaują juosiančioje drėgnųjų atogrąžų miškų juostoje, maždaug tame pačiame lygyje kaip dabartinis Kongas ir tropinės Pietryčių Azijos salos. Taigi Rytų Afrika taip pat turėtų būti tankiai apaugusi miškais; tačiau jos kraštovaizdžiui daugiausia būdingos savanos pievos. Kadangi mūsų primatai protėviai gyveno medžiuose, maitinosi vaisiais ir lapais, šiame pasaulio regione, mūsų gimtajame lopšyje, turėjo nutikti kažkas drastiška,

* 3 skyriuje grįšime prie pasaulinės reikšmės įvykio, dėl kurio susiformavo primatai kaip gyvūnų grupė.

kad arealas pasikeistų iš tankaus miško į sausą savaną ir priverstų mus evoliucionuoti iš medžiuose kabančių primatų į dvikojus homininus, medžiojančius auksu tvieskiančiose savanos pievose.

Kokie planetos įvykiai ar procesai taip drastiškai pakeitė šį regioną ir sukūrė aplinką, kurioje galėtų išsivystyti protingi, prie aplinkos prisitaikantys gyvūnai? Kadangi esame tik viena iš panašiai protingų, įrankius naudojančių homininių rūšių, išsivysčiusių Afrikoje, kokios priežastys leido *Homo sapiens* rūšiai įsigalėti planetoje, kai kitos mūsų evoliucinės atšakos rūšys neišliko?

PASAULINIS ATŠALIMAS

Mūsų planetoje nuolat vyksta įvairiausi procesai, nuolat keičiasi jos veidas. Jeigu greitai persuktume istorijos vaizdo kroniką, išvystume žemynus, slenkančius įvairiausiomis konfigūracijomis, dažnai susiduriančius ir susiliejančius, o vėliau vėl atitrūkstančius vienas nuo kito, taip pat atsiverčiančius, susitraukiančius ir išnykstančius vandenynus. Didžiulės ugnikalnių grandinės išsiveržia ir užgęsta, Žemę drebina žemės drebėjimai ir aukščiausi kalnynai prasiveržia iš žemės tam, kad vėliau suirtų ir vėl virstų dulkėmis. Visus šiuos beprotiškus procesus lemia tektoninių plokščių judėjimas, kuris ir yra galutinė ir svarbiausia mūsų evoliuciją nulėmusi priežastis.

Žemės „oda“, arba pluta, yra tarsi trapus kiaušinio lukštas, gubiantis karštesnę, klampesnę mantiją. Žemės pluta yra sueižėjusi ir suskilusi į daugybę atskirų plokščių, kurios dreifuoja po visą Žemės paviršių. Kontinentus sudaro storesnė, mažesnio tankio uolienų pluta, o po vandenynais glūdi plonesnė, tačiau sunkesnė vandenyninė pluta, todėl ji nepakyla taip aukštai kaip žemyninė pluta. Didžiąją dalį tektoninių plokščių sudaro tiek žemyninė, tiek vandenyninė pluta; šie plaustai nuolat tarpusavyje kovoja dėl padėties, jie sūpuojasi ant karštos deginančios mantijos ir juda nešami jos srovių.

Ten, kur susiduria dvi plokštės, palei vadinamąsias konvergenčines plokštės ribas, kažkuri iš jų turi nusileisti kitai. Vienos iš šių dviejų plokščių priekinis kraštas palenda po kita plokšte ir yra nustumiamas į uolienas tirpdantį mantijos karštį – taip sukeliama žemės drebėjimai ir pamaitinami ugnikalnių lankai. Kadangi žemyno plutos uolienos pasižymi mažesniu tankiu, taigi ir plūdrumu, praktiškai visais atvejais tektoninių plokščių susidūrimo atveju po kita plokšte palenda vandenyninė plutos dalis. Šis subdukcijos procesas tęsiasi, kol bus prarytas tarp plokščių įsikišęs vandenynas ir susilies du žemyninės plutos gabalai, o smūgio vietoje atsiras apie šį susidūrimą liudijanti didelė sustumtų kalnų grandinė.

Diverguojantieji, arba konstruktyvieji, pakraščiai – tai vietos, kuriose dvi plokštės yra traukiamos viena nuo kitos. Karšta mantija iš Žemės gelmių patenka į šią properšą, tarsi žaizdoje besikaupiantis kraujas įsipjovus ranką, ir sustingsta, šitaip suformuodama naują uolingą plutą. Ir nors yra tokia galimybė, kad naujas besiplečiantis plyšys gali atsiverti žemyno viduryje, taip perskeldamas žemyną į dvi dalis, ši naujai susiformavusi plutą yra tanki ir nusėdanti, todėl ją užlieja vanduo. Konstruktyvieji pakraščiai suformuoja naują vandenyninę plutą – Vidurio Atlanto kalnagūbris yra puikus tokio vandenyno dugną skečiančio rifo pavyzdys.²

Plokščių tektonika yra viena pagrindinių Žemės istorijos temų, prie kurios mes knygoje dar grįšime; tačiau dabar pasižiūrėsime, kaip jos sukelta klimato kaita nesenoje geologijos istorijoje sudarė sąlygas mūsų pačių rūšies atsiradimui.

Pastaruosius 50 mln. ar panašiai metų Žemės klimatas vėso. Šis procesas dar žinomas kaip kainozojaus klimato vėsimas, kuris baigėsi prieš 2,6 mln. metų dabartiniame pulsuojančių ledynmečių laikotarpyje, kurį išsamiau aptarsime kitame skyriuje. Šį ilgą pasaulinį klimato vėsimą daugiausia lėmė Indijos žemyno susidūrimas su Eurazija ir Himalajų kalnyno iškilimas. Po to vykę šio kalnyno ero-

zijos procesai padėjo įsisavinti daug anglies dioksido iš atmosferos, šitaip sumažindami šiltnamio efektą, kuris prieš tai neleido planeitai atvėsti (žr. 2 skyrių), todėl klimatas pradėjo vėsti. Savo ruožtu dėl klimato vėsimo sumažėjo vandenynų garavimas ir pasaulis tapo mažiau lietingas, sausesnis.

Ir nors šis tektoninis procesas vyko už maždaug 5000 km anapus Indijos vandenyno, jis taip pat turėjo tiesioginį regioninį poveikį mūsų evoliucijos istorijai. Dėl Himalajų ir Tibeto plynaukštės atsirado labai galinga musoninių vėjų sistema Indijoje ir Pietryčių Azijoje. Tačiau šis milžiniškas atmosferinio siurbimo reiškinys virš Indijos vandenyno taip pat nutraukė drėgmę tolyn nuo Rytų Afrikos, taip sumažindamas iškrentančių kritulių kiekį toje teritorijoje. Kiti pasauliniai tektoniniai įvykiai, manoma, dar paspartino Rytų Afrikos regiono sausėjimą. Maždaug prieš 3–4 mln. metų Australija ir Naujoji Gvinėja nudreifavo į šiaurę, taip užblokuodamos vandenyno kanalą, žinomą Indonezijos jūrų kelio vardu. Šio kelio užblokavimas sutrikdė šiltų Pietų Ramiojo vandenyno srovių tekėjimą į vakarus ir vietoj to per Indijos vandenyną ėmė tekėti Šiaurės Ramiojo vandenyno srovės. Tokiu būdu atvėsus Indijos vandenynui sumažėjo vandenyno garavimas, savo ruožtu lėmęs sumažėjusį kritulių kiekį Rytų Afrikoje.³ Tačiau svarbiausia, kad pačioje Afrikoje vyko dar vienas didžiulis tektoninis perversmas, kuris labai prisidėjo prie mūsų rūšies atsiradimo.