



HOLMES ROLSTON III

TAIVAS PÄÄMME YLLÄ JA PÄÄSSÄMME

*Olen maan ja veden tytär,
ja taivaan kasvatti.*

Percy Bysshe Shelley: "Pilvi" ("The Cloud", 1820.)

TÄHTIIN EKSYNEET IHMISET

Kerran kauan, kauan sitten esi-isäni tuijottivat tähtiin, maa allaan, taivas yllään, taivaankansi korkealla, ja ihmettelivät kunnioitusta herättävää taivaallista näkymää, enkelien, jumalien, Jumalan asuinsijoja. Äskeisemmissä kulttuureissa astrofysikot havaitsivat, että me pienen planeetan ihmiset asustimme mielikuvituksellisen suuressa, kellon tarkkuudella toimivassa kiveen hakatussa maailmankaikkeudessa, tarmokkaasti liikkuvassa aineellisessa koneistossa. Taivas oli suunnattoman suuri mutta ei enää tuntunut taivaalliselta. Taivas oli rappeutunut. Siellä oli entistä enemmän saastetta, kuun vuoria, asteroideja avaruudessa. Ihmiset olivat kauas tähtien joukkoon eksyneitä kosmisia kääpiöitä.

E. A. Burt valitti:

Maailma, jossa ihmiset olivat luulleet asuvansa – runsaiden värien ja äänten maailma, tuoksuva maailma täynnä iloa, rakkautta ja kauneutta, maailma joka kaikkialla julisti sopusointua ja luovia ajatuksia – oli nyt ahdettu hajallaan olevien elollisten olentojen aivojen pikkuriikkisiin sopukoihin. Oikea, tärkeä ulkopuolinen maailma oli kova, kylmä, väritön, hiljainen ja kuollut; suureiden maailma, matemaattisesti laskettavien säännöllisten mekaanisten liikkeiden maailma.¹

Tennyson tarkasteli sellaiseen suunnattomaan avaruuteen asetettua ihmiselämää: "Mitä se on, ellei muurahaisen murheita miljoonan miljoonan auringon loisteessa?"²

Karl Jaspersin mielestä

[Maa on] pienen pieni pölyhiukkanen maailmankaikkeudessa [...] syrjäisessä nurkkauksessa [...] Pohjimmainen totuus olemassaolostamme on, että me näytämme olevan eristyksissä maailmankaikkeudessa. Olemme ainoat puhekykyiset loogisesti ajattelevat olennot maailmankaikkeuden hiljaisuudessa [...] Tämä tomuhiukkanen maailmankaikkeuden äärettömyydessä on se paikka, jossa olemassaolo on ihmisen myötä havahtunut hereille.³

Kun kosmologi Steven Weinberg kirjoitti katsauksen maailmankaikkeuden ensimmäisestä kolmesta minuutista, hän päätti sen kuuluisin sanoin "mitä ymmärrettävämältä maailmankaikkeus näyttää, sen tarkoituksettomammalta se myös näyttää."⁴

Tarjoaako sellainen ääretön, hiljainen, tarkoitukseton maailmankaikkeus tätä nykyä vakiintuneet puitteet tai-

vaan estetiikalle? Kun kohotamme katseemme tähtiin, valtaako meidät merkityksettömyyden tunne? Vaikka ajatus huimaa, meitä ihmetyttää että vaikka olemme kosmisia kääpiöitä, avaruuden muurahaisia, vain me nautimme sellaisista taivaan ihmeistä.

Taivaan estetiikka alkaa hukuttavasta toiseuden, etäisyyden, syvyyteen hukkumisen, yhdentekevyyden, eksyneisyyden tunteesta. Mutta se ei ole päätepisteeni. Haluan edetä osallisena olemisen tunteeseen, tunteeseen katselijan taivaallisista esi-isistä ja jatkuvasta yhteenkuuluvuudesta. Toivon voivani asettaa taivaan estetiikan tieteeseen perustuviin puitteisiin, kosmologiseksi estetiikaksi, mutta astrofysiikka on muuttunut. Koetan pehmentää objektiivisen ja subjektiivisen välisiä särmiä, kohteiden (taivaalla olevien tähtien) ja subjektin (kokevan katselijan) välisiä jyrkkiä rajoja. Kun katson taivaalle, minun on kerrottava tarina, joka kulkee sieltä tänne.

Siihen tarvitaan sekä ylöspäin katsomisen välitöntä kokemusta että kaukoputkien, tähtitieteellisten teorioiden ja maailmankatsomusten tarjoamia välillisiä kokemuksia. Näen sen, mitä tähtitieteilijä Martin Rees nimittää ”kosmiseksi asuinpaikaksemme”⁵. Hylkään ahtaan käsityksen, jonka mukaan estetiikka rajoittuu aistein havaittavaan kauneuteen, ja laajennan estetiikan sisältämään myös kauneuden, joka aistitaan järkeä käyttävällä mielellä, toisin sanoen käsitteisiin yhtä lailla kuin havaintoihin ja käsitteisiin jotka yhdistyvät havaintoihin.

MATEMATIIKKA JA ESTETIIKKA

Tuikkivat tähdet ovat kaukana sironneina kaikkialle avaruuteen. Mutta niillä ei ole kauneutta ilman meitä – niin meidät on opetettu ajattelemaan – koska kauneus on katsojan silmässä. Maailmankaikkeus ilman katsojia on kauneudeton; taivaan estetiikka on mielentila. Tähdet kimmeltävät vain näennäisesti, silti ihmisissä ilmenee ja kimmeltää kyky esteettiseen kokemukseen. Onko taivaan estetiikka sitten vain kuin sateenkaari, esteettisesti nautinnollinen harhakuva? Ei: kun katson noita tähtiä, löydän estetiikasta jotakin täydentävyyttä, jotakin ylhäällä pääni yllä olevan ja alhaalla pääni sisällä olevan yhteensulautumaa.

Esitän analogian matematiikkaan. Matemaattiset ominaisuudet (energian tai varauksen säilyminen, säteiden symmetria) ovat olemassa luonnossa, mutta tieteenalana matematiikka (energian tai varausten tasapainoa kuvaavat yhtälöt, symmetrian etsiminen) on luonnossa esiintyvän kanssa vuorovaikutussuhteessa oleva ihmisluomus. Samalla tavoin esteettiset ominaisuudet (muoto, symmetria) ovat olemassa; esteettinen elämys syntyy suhteessa niihin. Luonnon matemaattiset ulottuvuudet, jotka havaitaan kun matematiikkaa sovelletaan luonnonilmiöihin, ovat usein myös esteettisiä, kuten esimerkiksi fysiikka, tähtitiede, kemia ja kide-tiede todistavat. Toden totta: jo puhtaassa matematiikassakin, jota usein ylistetään äärimmäisen järkipäraseksi, on mukana esteettinen ulottuvuus. Yhtälöt ovat loogisesti täsmällisiä, laskelmoivia: ne ovat samanaikaisesti

muodollisia, symmetrisiä, tasapainoisia, koossapysyviä, täydellisiä kokonaisuuksia. Teoreeman todistaminen ei johda ainoastaan oikeaan lopputulokseen vaan myös nautintoon.

Kun katsomme kimmeltäviä tähtiä, saatamme päättellä, että kauneus ei ole objektiivisesti läsnä luonnossa, se on katsojan silmässä. Mutta tässä kohden meidän on erotettava toisistaan kaksi esteettisten ominaisuuksien lajia: *esteettiset kapasiteetit*, kyvyt esteettiseen kokemiseen, jotka ovat vain katsojassa, ja *esteettiset ominaisuudet*, jotka ovat objektiivisesti olemassa luonnon olioissa. Kauneuden kokemus syntyy katsojassa, mutta mitä tämä kokemus koskee? Muotoa, rakennetta, eheyttä, järjestystä, toimintaa. Nämä ominaisuudet ovat olemassa ennen ihmisen saapumista paikalle, itse asiassa usein paljon ennen, koska kun katsomme ulospäin, katsomme ajassa taaksepäin. Kun arvotamme luonnollisia ominaisuuksia esteettisesti, kokemuksemme asettuu niiden päälle.

Eräässä mielessä systeemisellä luonnolla on myös *esteettinen voima*, koska se pystyy tuottamaan esteettisiä ominaisuuksia, vaikkakaan luonnolla ei ole esteettisen kokemisen kykyä – ennen kuin se tuottaa sen ihmisissä! Kun me ihmiset ilmaannumme ja saamme virikkeitä tähtitaivaan luonnosta, arvotamme havaitsemaamme rakenteellista luontoa, toisinaan enemmän sitä kuin että vain projisoisimme omat arvomme luontoon. Luonnolla on objektiivisia esteettisiä ominaisuuksia, jotka heräävät paikalle saapuvan katsojan subjektiivisessa

kokemuksessa. Esimerkiksi syvän jyrkänteen laidalta kanjoniin katsominen tai taivaan tuijottaminen herättävät esteettisiä virikkeitä. Samalla tavoin pyörremyrskyn raivo merellä. Kokemus on katsojassa, mutta rotko ja raivo (esteettiset ominaisuudet) eivät ole mielessä, ne ovat luonnossa. Ihmisen tunteet seuraavat luonnon liikkeiden jäljillä.

Maailma on kaunis jotenkin samanlaisella tavalla kuin se on matemaattinen. Ennen ihmisen tuloa ei ole sen enempää esteettistä kuin matemaattistakaan kokemusta (toistaiseksi en ota lukuun eläinten esteettisten kokemusten mahdollisuutta). Matematiikka ja estetiikka ovat ihmisen ajatusrakennelmia, ne syntyvät ihmisen päässä ja niitä käytetään maailman kartoittamiseen. Tämä pitää paikkansa myös luonnontieteellisten teorioiden, leveys- ja pituusasteiden tai kartan korkeuskäyrien suhteen. Regressiokäyriä (jotka kuvaavat datan ja sitä vastaavien muuttujien muutossuunnan keskiarvoja) ja painovoimakeskuksia ei ole luonnossa. Mutta nämä keksinnöt auttavat menestyksellisesti ihmistä löytämään tiensä maailmassa, koska ne kartoittavat muotoa, symmetriaa, harmoniaa, jakautumiskuvioita, kausaalisia keskinäisiä riippuvuussuhteita, järjestystä, yhtenäisyyttä, moninaisuutta ja niin edelleen, joiden havaitsemme olevan todella olemassa. Ikimuistoisista ajoista saakka taivaan säännönmukaisuudet: aurinko, kuu ja tähdet ovat antaneet meille ensisijaisen ajanmittaustajumme – päivät, kuukaudet, päiväntasaukset, päivänseisaukset, vuodet. Taivaankansi on ollut tärkeä, kun olemme kehittäneet

ajan, lukujen ja mittaamisen tajuamme, vaikkakaan taivaalla ei ole mitään ajantajua, ei laskutoimituksia, ei mitään kuun mittaamista.

On totta, että maailma on objektiivisesti matemaattinen ja samanaikaisesti on totta, että matematiikka on ihmismielen subjektiivinen luomus. Fyysikko ja kosmologi John A. Wheeler julistaa: ”Tämä on puhtaan matematiikan maailma ja pysyy sellaisena, vaikka tunkeutuisimme sen pohjaan saakka – siinä kaikki.”⁶ Fyysikko ja matemaatikko Eugene P. Wigner väittää, että

*matematiikan valtava käyttökelpoisuus luonnontieteissä on jotakin mysteeriä sivuavaa eikä tälle ole mitään järjestäsellytystä [...]. Matematiikan kielen suorastaan yliluonnollinen soveltuvuus fysiikan lakien muotoilemiseksi on ihmeellinen lahja, jota emme ymmärrä emmekä ansaitse.*⁷

Näille kosmologeille maailmankaikkeus on ”matemorfinen”.

Matemaattiset ominaisuudet ovat todellakin olemassa, vaikka matemaattinen kokemus odottaa ihmisen saapuvan paikalle – ja sama koskee analogisesti esteettisiä ominaisuuksia ja kykyjä. Niinpä ei ole sattuma, että matemaatikot poikkeuksetta kuuluvat niihin, joista maailma symmetrioineen, käyrineen ja kaavoineen on esteettisesti ihastuttava. Ajatelkaa esimerkiksi majesteettista Pyörregalaksia M 51.

Matematiikka ei kuitenkaan ole yksinkertaisesti vain analogisesti rinnakkainen estetiikalle. Pikemminkin matematiikalla itsellään on esteettinen ulottuvuus. Paul Dirac on kirjoittanut:



Pyörregalaksi M 51.

*Näyttää siis siltä, että jos työssään lähtee siitä että haluaa yhtälöihinsä kauneutta, ja jos ymmärtää asiansa todella syvästi, voi olla varma edistymisestään. Elleivät työn tulokset ja kokeet ole täysin yhtäpitäviä, ei pidä liiaksi lannistua, koska ristiriita saattaa hyvinkin johtua joistakin vähäisistä yksityiskohdista, joita ei ole asianmukaisesti otettu huomioon ja jotka ratkeavat, kun teoriaa kehitetään edelleen.*⁸

Diracin oppilas John Polkinghorne muistaa, että eräällä luennolla ”Diracilta kysyttiin mihin hän pohjimmiltaan uskoi. Hän harppoi taulun luo ja kirjoitti, että luonnonlait tulee ilmaista kauniilla yhtälöillä.”⁹ Kommentoidessaan matematiikan ja fysiikan suhdetta Dirac sanoi:

Se, miksi suhteellisuusteoria on fyysikoista niin hyväksyttyä siitä huolimatta, että se sotii yksinkertaisuusperiaatetta vastaan, on sen suuri matemaattinen kauneus.¹⁰

Judith Wechsler on päättellyt:

Täpa, jolla tiede etsii luontoa havainnollistavia malleja, näyttää olevan rinnakkainen eräiden merkittävien taiteen menetelmien kanssa. [...]

Kun tutkijat [...] pohtivat työtään, käsitteiden kehittymistä ja niitä tulkitsevia teorioita, on ilmeistä että intuitio ja estetiikka johdattavat heidän "näin sen on oltava"-vaistoaan, heidän oikeaan osumisen tajuun.¹¹

Tässä kohden kriitikko saattaa esittää vastalauseen: estetiikan laajentaminen koskemaan myös järjen aistimaa kauneutta, havaintojen ja käsitteiden yhdistäminen, matematiikan ja estetiikan välisen täydentävyyden löytäminen, on sen unohtamista, että estetiikka perustuu havaintoihin. Toden totta, taivaan estetiikka on visuaalista. Siinä ei ole mitään kuultavaa, maistettavaa, kosketettavaa, haistettavaa. Ja visuaalinen on mustavalkoaa, kaikki näkyvä on valkeaa, mukana on korkeintaan häivähdys punaista tai sinistä siellä täällä.

Mitä meidän sitten pitäisi ajatella moniaallonpituusastronomiasta? Ja jos lisäämme kuviin väritehosteita, eikö väri heijasta symmetrioita, jotka eivät sisälly näkyvien värien skaalaan, mutta jotka silti ovat objektiivisesti olemassa? Väritehosteiset kuvat löytävät muodon ja muuntavat sen väriksi, ja kun nautimme tuosta väristä, jäljitämme taivaan kaavoja. Ajatelkaa uudelleen Pyörregalaksia: ehkä olette nähneet siitä väritehostekuvia,

valkeaa, sinistä ja punaista, jotka paljastavat uusia ulottuvuuksia sen muodossa ja symmetriassa.

KESYTÖN TAIIVAS

Mutta sellainen järjen aistimalla kauneudella laajennettu taivaan estetiikka kohtaa haasteita. Kun annamme sille matematiikkaa täydentävän roolin, kohtaamme muodollista kauneutta, symmetriaa, aistikkua. Tähän kriitikko vastaa: sellainen matematiikka on abstrahoitu luonnosta, se ei saavuta todellista, rosoisempaa maailmaa. Kun katson ylös tähtiin, taivas on kyllä täsmällinen. Mutta taivas on myös kesytön. Siellä vallitsee järjestys. Yhtä lailla siellä vallitsee epäjärjestys, kaaos. Kun katsoo taivaalle tähtikirkkaana yönä, ei näe mitään selvää rakennetta, on vain tähtien sekamelska. Ei järjestystä, vain joka suuntaan heitettyjä tähtiä. Perseuksen kaksoistähtijoukossa näemme kaksi linnunratajoukkoa, ja juuri sitä ne ovat, eivät muuta: tähtijoukkoja joiden hajonnassa ei ole mitään esteettistä. Jos käännämme katseemme kuuhun, ei kraatterien jakautumisessa ole mitään matemaattista. Ne aiheuttaneilla meteoreilla ja asteroideilla kenties on radat, jotka voidaan laskea taivaanmekaniikan lakien mukaan, mutta sellaiset kappaleet jakautuvat avaruudessa sikin sokin. Muinaisajan tähtitieteilijät olivat liian innokkaita näkemään kehiiä ja niille perustuvia episyklejä: heidän halunsa löytää järjestystä johti heidät harhaan.

Kun katsomme tähtiä, emme näe mitään kaavaa. Nykyisin meitä miltei huvittaa se, miten muinaisajan

ihmiset kuvittelivat näkevänsä erilaisia tähtikuvioita. Öisin emme enää ihaile Orionia metsästäjänä sen enempää kuin päiväsaikaan ihailisimme kumpupilveä pyykkikorina. Emmekä tutki astrologisia karttoja, kun katsomme taivaalle – eivät ainakaan koulutetut ihmiset täällä länsimaissa. Stonehengessä aistimme jotakin niistä alkukantaisista tunteista, jotka saivat muinaisajan ihmiset tarkkailemaan tähtiä, mutta kukaan ei enää yritä ”valjastaa vaunujaan tähteen”. Emme yritä kohota ”seitsemänteen taivaaseen”. Tähdet eivät määrää kulkumme suuntaa, vaikka jokainen niistä on luonnonlakien mukaisella radallaan.

Mutta ehkä emme ole niinkään luopuneet tähtiin tuijottamisesta kuin muuntaneet sen toisenlaiseksi. Meillä täytyy pikemminkin olla täsmällisempää tietoa mielessämme, olennaisesti tähtitieteellistä tietoa, jotta näkisimme mitä siellä on ja voisimme reagoida siihen esteettisesti. Jos, niin onko sekin kauneus, jota aistimme abstrahoidessamme taivaanmekaniikkaa ja ihaillessamme yhtälöitä, vain pelkkää mielemme valikoivaa heijastusta? Taivas itse asiassa kuvastaa näitä yhtälöitä joissakin prosesseissaan, mutta taivaalliset tapahtumat ovat muutoin enimmäkseen säännöttömiä, järkeä vailla ja sattumanvaraisia. Taivaalla ei ole minkäänlaista astrologista eikä – tätä voimme surra seuraavaksi – matemaattista merkitystä. Matematiikassa hyvin paljon jää syrjään ja matematiikka on siinä suhteessa tyylytelty ja kehittymätön tapa kuvata monimutkaisempia ja oma-laatusempia luonnon prosesseja.

On tunnettua, että Albert Einstein inhosi epäjärjestystä maailmankaikkeudessaan: ”Olen [...] vakuuttunut siitä, että Hän (Jumala) ei heitä noppaa.”¹² Einstein päätteli, että ”maailman ikuinen mysteeri on sen ymmärrettävyys”.¹³ Epäjärjestys jätti hänen maailmankaikkeutensa liian epäyksinkertaiseksi, liian järjenvastaiseksi. Fyysikot eivät kykene täysin siirtämään yksittäistä kvanttitapahtumaa mittajärjestelmään, konkreettisuudessaan se uhmaa tarkkaa matemaattista määrittelyä. Siksi Einstein inhosi kvanttiteorian epämääräisyyttä. Tässä Werner Heisenberg keskustelee Einsteinin kanssa:

*Saatatte vastustaa sitä, että puhumalla yksinkertaisuudesta ja kauneudesta esitän totuudelle esteettisiä kriteereitä, ja myönnän avoimesti, että minua kiehtoo vahvasti luonnon meille tarjoamien matemaattisten kaavojen yksinkertaisuus ja kauneus. Teidän on myös täytynyt tuntea tämä: se miltei pelottava yksinkertaisuus ja kokonaisvaltaisuus, jonka luonto äkkiä levittää näkyvillemme.*¹⁴

Toki on olemassa Heisenbergin ihailemia yksinkertaisia matemaattisia kaavoja, mutta tähtitieteen maailmat ovat myös ”kesyttömiä”. Tämä merkitsevä määrite muuttaa joitakin näkökulmia. ”Kesytön” johtaa niille luonnon tasoille, joilla on sekaisin tasapainoa ja spontaaniutta, järjestyksen ja kaaoksen yhdistelmä. Viittaus ”kesyttömään” ei ole tavallinen puhuttaessa molekyyli- tai atomitason ilmiöistä. Emme yleensä ajattele, että yksittäinen hiiliatomi olisi kesytön, emmekä kuvaa kiderakenteita kesyttömiksi. Kiderakenteet ovat liian

säännöllisiä. Kesyttömään sisältyy joitakin hillittömiä tai oikullisia tai spontaanisti autonomisia piirteitä.

Alun perin ”kesytön” viittaa ihmisen suunnitelmien ja hallinnan ulkopuoliseen luontoon. Mutta sen piirin sisällä sana viittaa edelleen luontoon, joka jää yksinkertaisten, lakimaisten mallien ulkopuolelle. Ihmiset eivät hallitse tällaisia tapahtumia eivätkä ne ole edes luonnostaan tarkoin määrättyjä. Geomorfologiset ja ilmastotieteelliset ilmiöt on helpompi kelpuuttaa ”kesyttömiksi” kuin yksinkertaiset fysikaaliset ja kemialliset ilmiöt. Etelänapamanner on kesytön. Pidämme Kuun maisemaa kesyttömänä: siellä on sokin sokin kallioita, lohkareita ja soraa, meteorit ovat jättäneet osumajälkensä. Mutta kuunpimennykset voidaan ennustaa mikrosekuntien tarkkuudella vuosisadoiksi eteenpäin, kellonkoneistomainen säännöllisyys peittää alleen spontaanisuuden. Prosessi on liian automaattinen vastatakseen sitä, mitä ”kesyttömällä” tarkoitamme. ”Mekaaninen” ei ole ”kesyttömän” synonyymi. ”Kesyttömän” on oltava ilmeisemmin epäjärjestyksessä ja käymistilassa, vahvemmin autopoieettinen (itseluova).

Monet näiden kesyttömien alueiden prosessit voivat olla rajattuja, mutta kausaalisesti yhteenkuuluvuuden tekijöiden leikkauskohdat tuottavat uusia asioita ja ennalta-arvaamattomia tapahtumia. Yksittäiset tapahtumat poukkoilevat sinne tänne tilastoissa. Nykytiede korostaa aitoa sattumanvaraisuutta, avoimuutta joka on sekoittunut varmoihin lainalaisuuksiin. Säännöllinen ja spontaani yhdistyvät luovalla tavalla. Galaksit ovat aina

samoja eivätkä koskaan samoja, samojen lakien alaisia, samojen kaavojen mukaisia, mutta silti jokainen niistä on erilainen, koska galaktiset prosessit eivät ole yksinkertaisesti ennalta määrätyn täsmällisiä, niissä on aina kaoottisia elementtejä.

Painovoimalaki vallitsee poikkeuksetta koko maailmankaikkeudessa. Mutta Jupiterin suurin kuu Europa on osallinen uskomattoman suuren mittakaavan painovoima-köydenvedossa, jossa Jupiter ja sen muut kuut vetävät sitä eri suuntiin. Tämä taivuttaa Europan hauraan ulkokuoren dynaamisesti muuttuvien suorien ja kaareutuvien harjanteiden, laaksojen ja halkeamien verkostoksi, jossa on jäävyöhykkeitä; kuorikerros tuottaa lämpöä joka saattaa sulattaa pinnanalaisia järviä tai valtameriä. Saturnuksen pieni seuralainen Enceladus on painovoimaltaan niin vähäinen ja sen rata kiertää niin syvällä Saturnuksen vahvassa painovoimakentässä, että seurauksena on valtava jääsuihkulähde sen yläpinnalla etelänapa-alueella. Nämä molemmat kuut ovat erilaisia kuin mikään muu paikka aurinkokunnassamme, kenties jopa koko maailmankaikkeudessa.¹⁵

Yksinkertaisuuttaan kaunis, kaunis yksinkertaisuus on liian yksinkertaista tuottamaan kiinnostavia tuloksia. Tarvitaan enemmän monimutkaisuutta ja monimutkaisuuteen tarvitaan rikottua symmetriaa, jota ilman ei olisi olemassa eroavaisuuksia, ei moninaisia prosesseja, itse asiassa ei raskaampia alkuaineita, ei planeettoja, ei elämän kehittymistä maapallolle. Tässä vähemmän yksinkertaisessa järjestelmässä on sekoitus järjestystä

ja epäjärjestystä, avoimuutta joka antaa tilaa uusille mahdollisuuksille.

Hylättyään hyvin järjestetyn fysiikan ja matematiikan DNA:n keksijä Francis Crick valitti, että biologiassa ei ole mitään ”tyylikästä”, ”eleganttia”. Organismit kehittävät sattumanvaraisia rakenteita ja oikukkaita toimintoja, joiden logiikka ei ole sen kattavampi kuin Manhattanin maanalaisen rautatiejärjestelmän kaavion.¹⁶ Olemme taipuvaisia pitämään genetiikkaa kesyttömämpänä kuin kidediedettä, vaikka ne molemmat yhtä lailla kuvaavat spontaanin luonnon prosesseja. Geneettiset tapahtumat vastaavat luonnonvalinnan satunnaisuuksia. Luonnonhistoria harhailee sinne tänne: maapallolla kehittyvän lajin reitin ja tähtitaivaalla olevan asteroidin reitin välillä ei ole mitään samankaltaista. Englantilainen matemaatikko ja tähtitieteilijä, Darwinin aikalainen John Herschel (1792–1871) ei pitänyt luonnonvalintateoriasta, se oli hänestä liian sotkuinen, hän nimitti sitä ”Darwinin mullin-mallin-laiksi”¹⁷.

Vaikka Darwinin maailma kokonaisuutena on sattumanvarainen ja oikukas, molekyylibiologiset rakenteet ovat joidenkuiden mielestä jollakin tavoin tyylikkää. James Watson, Crickin tutkijakumppani, oli täysin päinvastaista mieltä kuin Crick: hän kuvaa heidän DNA:n keksimistään ”seikkailuhengeksi, jolle oli tunnusomaista nuorekas ylimielisyys ja usko siihen, että kun totuus löydetäisiin, se olisi sekä yksinkertainen että kaunis.”¹⁸ Spiraali on loppujen lopuksi sangen symmetrinen ja tyylikäs, olkoon se DNA:n molekyyllitasolla tai Pyörre-

galaksin galaktisella tasolla. Spiraalikierteen koodissa on tiettyä yksinkertaisuutta, vain neljä ristikkäistä sidosta, kolmen emäksen muodostamat kodonit määrittävät parisenkymmentä aminohappoa. Tuollaiseen kierteeseen koodattu geneettinen informaatio on kuitenkin hyvin monimutkaista, suunnattoman paljon monimutkaisempaa kuin mikään taivaan ilmiö.

TAIVAALLINEN SYNTYPERÄMME

Taivaassa on järjestystä ja epäjärjestystä, ja tämän vuorovaikutuksen tulos vie meidät pohtimaan syvällisemminkin mikä yhdistää kaukana korkeuksissa olevan täällä maan päällä olevaan. Minä, katselija, olen taivaallista syntyperää ja kuulun suvun jatkumoon. Ellei siellä korkeuksissa olisi mitään, ei täällä alhaallakaan olisi mitään. Aluksi saattaa vaikuttaa siltä, kuin olisimme eksyneet tähtien joukkoon, mutta sitten löydämmekin yhteyksiä. Matemaattinen kosmologi John Barrow kartoittaa maailmankaikkeutta:

*Monet sen vaikuttavimmista ominaisuuksista – suunnaton koko ja valtava ikä, avaruuden yksinäisyys ja pimeys – ovat välttämättömiä ehtoja sille, että on meidän kaltaisiamme älykkäitä tarkkailijoita.*¹⁹

Viimeksi kuluneen puolen vuosisadan aikana kosmologit ovat havainneet dramaattisia astronomisen ja atomisen mittakaavan välisiä vuorovaikutussuhteita, jotka yhdistyvät toisiinsa ja tekevät maailmankaikkeudesta ”käyttäjäystävällisen”. Nämä keksinnöt kootaan yleensä otsikon ”antrooppinen periaate” alle; tämän

termin otti käyttöön Brandon Carter vuonna 1974. Se viittaa perusvakioista tehtyjen havaintosarjojen antamiin arvoihin, perusvoimiin, sellaisiin hiukkasten ominaisuuksiin kuin varaus ja massa, dynaamisten prosessien luonteeseen, lähtökohtaisiin ehtoihin. Kun nämä tekijät luetaan mukaan fysiikan teorioihin, tulos meidän maailmankaikkeudessamme osoittautuu ”hienosäädetyksi” sillä tavoin, että se mahdollistaa elämälle ja itsestään tietoiselle mielelle välttämättömän monimutkaisten kemiallisten ominaisuuksien kehittymisen. Sitten on käyty paljon keskustelua siitä, miten tämä antropinen periaate pitäisi ymmärtää – keskustelua, jota yötaivasta pohdiskellessa on liian monimutkaista käydä läpi, mutta ne, jotka sen ansiosta ovat havahtuneet, eivät enää katso taivaalle ihmettelemättä sekä taivasta että sitä, mitä antropiset suhteet oikein ovat.

Katson edemmäs ja katson taaksepäin. Jos näkisin taaksepäin lähtöpisteeseen saakka, näkisin *big bang* -alkuräjähdyksen, joka lähetti kriittisellä nopeudella matkaan tämän silmiäni edessä yhä edelleen laajenevan avaruuden. Raskaammat alkuaineet (hiili, happi, rikki, typpi, pii – kaikki vetyä ja heliumia raskaammat alkuaineet) on taottu tähtien sulatusuuneissa sellaisissa suhteissa, jotka myöhemmin tekevät planeetat ja elämän mahdolliseksi. Ruumiini atomit, maa jalkojeni alla ovat fossiilista tähtipölyä [englannin *stardust* – suomessa käytetään termiä ”tähtisumu”. *Suom. huom.*]. Yllämme tuikkivat kiehuvat padat, joiden ansiosta maapallo ja elämä maapallolla on mahdollista.

Kirkkaana yönä näen muutamia sumeita läikkeitä, joiden tiedän olevan galakseja, ja mietin jälleen avaruuden suunnattomuutta. Sitten mietin: jos maailmankaikkeuden mittakaava olisi paljon pienempi (esimerkiksi galaksin kokoinen), ei tähdillä olisi ollut aikaa muodostua ja tuottaa näitä alkuaineita. Kosmologi Paul Davies väittää, että olemme voittaneet ”kosmisen päävoiton”, maailmankaikkeuden joka on ”täsmälleen oikea elämän kannalta”²⁰. Tähtitieteilijä Roger Penrose päättelee että meidän ”alkuräjähdyksemme on aivan tavattoman erikoislaatuinen”²¹. Martin Reeds päättelee:

*Meidän pitäisi ehdottomasti luodata syvemmältä ja kysyä, miksi fyysisen maailman ainoalaatuinen resepti tuottaa niin kiehtovia tuloksia kuin ne, jotka näemme ympärillämme.*²²

Kun ajattelen taaksepäin ajassa, katse yhä suunnattuna yötaivaalle, huomioni suuntautuu taivaanrantaan: lännessä olevan vuoren puihin. Kuulen kojootin ulvovan. Aluksi minua huimaa tunne siitä, että olen eksynyt kaukana olevien tähtien joukkoon. Mutta sitten palaan takaisin maan päälle. Alan ihmetellä onko tähtitieteellinen alku jonkinlainen minulle ja minun maailmalleni laadittu juonikas suunnitelma.

METEOROLOGINEN ESTETIIKKA

Olen ehkä ollut liian tähtitieteellinen. Useimmiten, kun katson taivaalle, en näe lainkaan tähtiä. Päiväsaikaan näen sinisen taivaan ja yhden ainoan tähden, liian kirkkaan suoraan katsottavaksi. Taivas on luonnonvalon hallitsevin lähde. Shakespeare inhosi pilviä: ”Mitä

kirkkaampi taivas ja seesteisempi, sen rumempia ovat pilvet.”²³ Mutta todellisuudessa minä pidän enemmän taivaasta, jolla leijuu muutamia pilviä, kaikkein selvimpiä visuaalisia ilmiöitä. Meteorit kuuluvat yötaivaalle, mutta meteorologia kuuluu säähän yötä päivää (kreikan *meteoros*: ”korkealla taivaalla”). Taivaan estetiikkaan sisältyy meteorologinen estetiikka. Pilvet ovat yhtä eteerisiä kuin tähdet. Pilvet esittävät meille ylenpalttisen päivittäisen näytelmän, joka säätelee mielialaamme: auringonpaiste tarkoittaa suurenmoista päivää, sadepäivä myrskyistä säätä.

Auringonlaskut ovat tyyppiesimerkki meteorologisesta estetiikasta. Kun viipyilemme iltahämärässä voimme kokea sekä pilvet että tähdet. Samuel Taylor Coleridge tuijottaa läntiselle iltataivaalle:

Ja yhä tuijotan – ja miten kummastunein silmin!
ja yläpuolellani pilvien ohuet suomet ja kaistaleet,
joiden liike antaa tietä tähdille;
nuo tähdet, jotka soljuvat niiden taa tai väliin,
nyt tuikkien, nyt himmeten, mutta aina näkyvissä...
näen, en tunne, kuinka kauniita ne ovat.²⁴

Näen pilvet ylläni, ne voivat katkaista taivaallisen näköalani, peittää näkyvistä tähdet. Mutta myös pilvet ovat osa päämme yllä aukeavaa taivaallista näköalaa. Ajatelkaa eri vaiheissaan olevaa kuuta, miten sitä kehystävät untuvapilvet, millaisen ilmapiirin se luo maiseman ylle.

Yläpuolellamme on ilmakehä. Ilma on näkymätöntä, ei siis koskaan visuaalisesti esteettistä, vaikka sen voi kuulla ja tuntea. Hiili, happi, typpi ja vety – neljä elämälle olennaisinta alkuainetta ovat kaikki ilmakehässä. Taivaan, Maan ja Maan asukkaiden välillä vallitsee monimutkainen suhde. Ilmakehän hapen, vedyn, hiilen ja typen ajattelu palauttaa meidät osallistuvaan yhteyteemme taivaan kanssa. Meidän ilmakehämme kaltaisen ilmakehä on avain elämään yhtä lailla kuin mikä tahansa taivaan tähdissä oleva. Ihmiset ovat fossiilista tähtipölyä, tähtien tuotos on elämälle välttämätöntä. Mutta se ei riitä. Me tarvitsemme vedensekaisen ilman, hapen, typen, hiilidioksidin loputtomia virtauksia, jotta Maan päällä olisi elämää. Puolet näistä ruumiini nyt sisältämistä tähtipölyatomeista leijaili ylläni aukeavassa avaruudessa. Veden virtailu Maan ja taivaan välissä määrää sään ja ilmaston, ja sillä on ollut ratkaisevan vakauttava vaikutus kehityshistoriaan. Meidän kestävä tulevaisuutemme riippuu siitä.

Ilmakehässä on kaasumaista vettä, sekin näkymätöntä, mutta kaasumainen vesi tiivistyy näkyviksi vesipisaroiksi, pilviksi, mitä selvimmin näkyväksi kun se kasautuu yhteen. Pilvet ovat jokapäiväisen taivaanestetiikkamme vallitseva ilmiö.²⁵ Nykyisin voimme nousta ilmaan ja usein katsoa allamme olevia pilviä sen sijaan, että katsoisimme ylös pilviin. Sanokoon Shakespeare mitä sanoo, pilvet eivät koskaan ole rumia. Puhumme harmaasta, pilvien verhoamasta taivaasta. Jos pilvet ovat kyllin matalalla, olemme sumun kes-

kellä emmekä näe kuin muutaman metrin eteemme. Voimme puhua uhkaavista pilvistä, taivaanrannasta nousevasta myrskystä, mutta useimmiten sellaiset pilvet ovat esteettisesti kiehtovia.

Meteorologinen estetiikka on sekin aina samaa eikä koskaan samaa. Pilvityypit toki toistuvat: *cumulus* (kumpupilvi), *stratus* (sumupilvi), *altocumulus* (hahtuvapilvi), *altostratus* (verhopilvi), *cirrus* (untuvapilvi) – hapsottava yläpilvi. Mutta tämän typologian sisällä on sekoitus järjestystä ja epäjärjestystä. Pilvet voivat viipyillä paikallaan tuntikausia, toisaalta ne voivat muuttaa muotoaan nopeastikin. Pilvien taivas uudistuu päivittäin, jopa tunteittain. Pilvet voivat esittää huomattavaa roolia maisemantajussamme, kuten näemme maisemamaalauksista.²⁶

Meteorologia on osoittautunut olennaisesti monimutkaisemmaksi kuin kukaan osasi ennustaa. Ilmakehän virtauksia on vaikea mallintaa. Siitä todistavat maapallon lämpenemisestä käydyt kiistat: yksi vaikeimmin määriteltävistä ilmiöistä on vaikuttanut pilvien mallintamiseen. Kaaosteoria syntyi meteorologian piirissä ja on osoittautunut, että ilmakehäsystemin kaoottisten elementtien tähden säätä on mahdoton ennustaa pitemmälle kuin kahden viikon päähän.²⁷

Näemme pilvet myös näkymissä, jotka aukeavat avaruudesta Maahan, näemme ne hyvin selvästi ja mahtavampina kuin Maasta käsin koskaan voimme nähdä. Avaruudesta katsottuna Maa ei ole tummanruskea, niin kuin maa, maaperä on, vaan sininen ja valkoinen, ja kummatkin ovat vettä: valtameret ja pilvet.

Mantereetkin näkyvät sinisen udun läpi. Tuo elämää ylläpitävä utu on yhtä elintärkeää sille, että olemme kotonamme maailmankaikkeudessa, kuin ovat tähdet, joissa ruumiimme rakennusaineet ovat muodostuneet tai aurinko, josta ruumiimme saa polttoainetta.

YLLÄMME JA ALLAMME: KOTONA MAAILMANKAIKKEUDESSA

Yllämme ovat käsittämättömät etäisyydet, mutta vain me ihmisethän pystymme ajattelemaan sellaisia etäisyyksiä, mittaamaan maailmankaikkeuttamme miljardeissa valovuosissa. Mikä on päämme yläpuolella, tulee päämme sisäpuolelle, eivät pelkästään ilmakehän atomit aivoihimme, vaan myös ideat yllämme olevasta taivaasta ja avaruudesta. Eivät ainoastaan huimat tähtitieteelliset etäisyydet ole ihmeellisiä, yhtä ihmeellinen on tämä *Homo sapiens* jolla on kylliksi mieltä tutkia maailmankaikkeutta valovuosien taa aina sen räjähtävään alkuun saakka. Ihmeellistä on, että kun tutkimme sillä tavoin, oivallamme että se, mitä siellä etäisyyksissä on, liittyy erottamattomasti siihen mitä täällä Maan päällä on.

Ne, jotka kohottivat katseensa taivaalle, etsivät usein sieltä merkkiä. ”Anna meille merkki!” Usein he pitivät planeettojen konjunktioita sellaisina merkkeinä, vaikka me nykyisin pidämme niitä kosmiselta kannalta katsottuna sattumina, jotka eivät merkitse mitään. Itse asiassa saatamme Steven Weinbergin tapaan ajatella, että suunnaton avaruus ei merkitse mitään. Mutta toisesta

näkökulmasta katsellen meillä kenties on merkki, tai ellei merkkiä niin ainakin yhteys.

1900-luvulla ilmaantui toisenlainen taivaan estetiikka: esteettiset elämykset, jotka eivät suuntautuneet yksinkertaisesti alhaalta Maasta ylös taivaaseen ja avaruuteen, vaan avaruudessa koetut esteettiset elämykset. Päämme kohosi pilviin. Ja enemmän: päämme pääsi kiertoradalle, jopa pakonopeuden ohi. Astronautit saattavat nähdä selvempiä tähtitieteellisiä näkymiä kuin ne, joita maapallolta voidaan nähdä. Usein ne hieman yllättäen ovat avaruudesta nähtyjä Maan maisemia, joita astronautit ovat valokuvanneet ja jakaneet meidän miljoonien maanpinnalla pysyttelevien kanssa. Yli 200 avaruusmiestä ja -naista, jotka edustavat kahtakymmentä kansalaisuutta, ovat yksimielisesti ilmoittaneet olevansa maahulluja. Yli puolet ihmiskunnasta on nähnyt heidän ottamiaan valokuvia ja miltei poikkeuksetta kaikki ovat pitäneet näitä kokonaisen maapallon kuvia esteettisesti kiehtovina.

Astronautti Edgar Mitchell lumoutui katsellessaan Kuussa nousevaa Maata:

*Yhtäkkiä Kuun reunan takaa sukeltaa esiin pitkien, hidas-
tetun näköisten, tavattoman majesteettillisten hetkien mittaan
säihkyvä sinivalkoinen jalokivi, herkkä taivaansininen pallo
joka on koristeltu hitaasti pyörteilevin valkein hunnuin; se
nousee vähitellen korkeammalle kuin pieni helmi mustan
salaperäisyyden sakeassa meressä. Kestää kauemmin kuin
hetken tajuta, että se on Maa ... koti.²⁸*

Hyvää planeettaa on vaikea löytää, ja Maa on jollakin tavoin poikkeus sikäli kuin toistaiseksi tiedämme.

Useimmat planeetat, vaikka sisältävät soveliaita alkuaineita, eivät sijaitse asuttavalla lämpövyöhykkeellä. Maa sijaitsee suotuisan välimatkan päässä auringosta, meillä on nestemäistä vettä, ilmakehä, sopiva sekoitus alkuaineita, yhdisteitä, mineraaleja ja yltäkylläisesti energianlähteitä. ”Näyttää siltä, että Maa on osunut juuri oikeaan”, päättelivät Peter D. Ward ja Donald Brownlee.²⁹

Avaruus on taivaallinen, majesteettinen, ylevä. Mutta avaruus on myös maailma, jossa ei piitata mistään: elämästä, kuolemasta, kauniista tai rumasta. Avaruus on välinpitämättömyyden huippu. Tähdet eivät tarkoita mitään. Asteroidit eivät onnistu tai epäonnistu. Ei ole voittajia eikä häviäjiä. Mikään ei nauti, ei kärsi. Vielä vähemmän siellä on minkäänlaisia esteettisiä kokemuksia. Elottomassa Kuussa, Marsissa, Jupiterissa ei ole minkäänlaista yhteisöä. Ne ovat verrattain ikävystyttäviä paikkoja: tosiasiaa kauniin tai ikävystyttävän käsite tai havainto syntyy vasta kun esiin astuu ihminen.

Eksyneinä kaukaisiin tähtiin saatamme liikuttua taivaan suunnattomuudesta, avaruuden äärettömyydestä, vaikka vain meillä yksin on esteettinen kyky siihen. Mutta siihenkin tarvitaan laajempi näkökulma. Tähtitieteen numerot ovat valtavan suuria, sanokaamme luokkaa 10 potenssiin 80, näkyvässä avaruudessa olevien protonien määrä.³⁰ Mutta kun aminohapot liittyvät toisiinsa muodostaakseen proteiineja, satakunnan aminohapon muodostamien proteiinien mahdollisten rakenteiden määrä on vielä valtavampi (usein se on määritelty suuremmaksi kuin 10 potenssiin 110);

useimmat proteiinit ovat kahden verroin pidempiä.

Koska on olemassa 20 erilaista aminohappoa ja tyypillinen proteiini koostuu noin 200 aminohaposta, mahdollisten proteiinien lukumäärä on 20 potenssiin 200 (tai suunnilleen 10 potenssiin 260) [...] Kaikki aine maailmankaikkeuden myriadeissa galakseissa ei läheskään riittäisi, jos jokaisesta mahdollisesta proteiinimolekyylistä tuotettaisiin yksi ainoa mallikappale.³¹

Nämä suunnattomat luvut johtuvat kombinatoriseksi räjähdykseksi nimitetystä ilmiöstä.

Koko maailmankaikkeus alkuräjähdyksestä nykyhetkeen pitäisi toistaa 10 potenssiin 67 kertaa, jotta jokainen näistä mahdollisista proteiineista voitaisiin luoda vain kerran. Nisäkkäiden tyypilliset DNA-säikeet, joissa on muutama sata miljoona perusparia, voidaan järjestää kymmenen potenssiin 10 potenssiin 8 erilaisella tavalla.³² Sen tekee mutkikkaaksi mahdollisuuksien räjähdysmäinen kasvu. Monet näistä mahdollisuuksista eivät koskaan olisi biologisesti toimivia, mutta suuri määrä voisi olla. Maapallon luonto julistaa näiden biomolekyylisten mahdollisuuksien muutoksia ja tutkii biodiversiteettiä mukautuvasti sovittaen. Ajatelkaa analogian vuoksi niiden lauseiden määrää, jotka voi kirjoittaa näppäimistöllä jossa on 26 kirjainnäppäintä, pienet ja isot kirjaimet, joitakin välimerkkejä, sanavälejä, numeromerkkejä – kaikkiaan vähemmän kuin sata näppäintoimintoa.

Astronominen luonto ja atomikokoinen luonto, niin syvällisiä kuin ne ovatkin, ovat yksinkertaista luontoa. Kokoasteikon molemmissa päissä luonnolta puuttuu se

monimutkaisuus, jota se välitasoilla esittää maan ekosysteemissä tai ihmisen persoonallisuuden psykologisella tasolla. Astronominen luonto on uskomattoman laaja ja energinen, mutta alkukantainen. Tällainen lausunto näyttää ensi lukemalta oudolta, koska teoriat ja laskelmat, joiden avulla ihmismieli sellaista luontoa tutkii, kuuluvat tieteen kaikkein kehittyneimpiin, esimerkiksi suhteellisuusteoria ja kvanttimekaniikka. Fysiikka ei ole mitenkään yksinkertainen tiede ja sen havaintojen aines on tavattoman arvoituksellista. Mutta verrattuna elämään ja mieleen sen tutkima energinen aine on yhtä alkeellista kuin perustavanlaistakin.

Kohtaamme luonnon järjestäytymisen kehittyneitä muotoja vasta keskimmaisissa kokoluokissa ja muissa tieteissä. Minä, ihminen, en elä äärettömän pienen enkä äärettömän suuren skaalassa, mutta me ihmiset voimme hyvinkin elää äärettömän monimutkaisuuden skaalassa. Jos yhden ihmisen myriadien solujen DNA:t purettaisiin ja asetettaisiin peräjälkeen pitkäksi jonoksi, tuo mikroskooppisen ohut rihma ulottuisi aurinkoon ja takaisin yli puoli tusinaa kertaa.

Tuijotan yötaivaalle ja ajattelen: ihminen on kehittynyt luonnon tunnetuista tuotteista. DNA:n rakentamat ihmisaivot on maailmankaikkeuden monimutkaisin olio. Niissä aivoissa tapahtuu henkinen kombinatorinen räjähdys, joka asettuu paitsi fysiikan ja kemian, myös biologian genetiikan kombinatoristen räjähdysten yläpuolelle. Ihmisaivot pystyvät muotoilemaan ajatuksia, joiden määrä on jotakin 10 potenssiin 70 miljardin

ajatuksen luokkaa, se on luku joka saa näkyvän maailmankaikkeuden atomien lukumäärän (10 potenssiin 80) näyttämään kääpiöltä.³³ Kosmisessa mittakaavassa ihminen on pienen pieni atomi, mutta kompleksisuuden mittakaavassa ihmisellä on "hypersuunnattomia" mielen monimutkaisuuden mahdollisuuksia.³⁴ Meidän 80 kilossamme alkulimaa, puolentoista kilon aivoissamme on enemmän toiminnallista järjestystä kuin koko Andromedan galaksissa.

Asun lännessä, avaran maiseman osavaltiossa. Montana on "suuren taivaan valtio". Kaikki yli nelikilometriset vuoret ovat Coloradossa. Asun paikassa jossa kirkkaana päivänä voi nähdä ikuisuuksiin. Viime kesänä asetuin kaukaiseen Bob Marshall -erämaahan, jonka horisontissa ei yöllä näy ensimmäistäkään ihmissivilisaation valoa. Yöllä siellä voi nähdä kymmenen kertaa niin paljon tähtiä kuin minun takapihallani kaupungissa. Taivaan estetiikka on olennainen osa erämaakokemusta. Kun katsoin ylös taivaalle, huomasin joutuneeni pioneerikokemuksen valtaan:

Yöllä useinkin nään
taivaan hämärtyvän,
ja tähdet tuikkien luo valoaan.
Niitä ihailen, vaan
yhä pohtia saan:
tähti ihmistä kirkkaampiko on?
(Brewster Higley: "Home on the Range", 1876.)

Pohdin yhä. Kirkkaus on sekä päämme yllä että päässämme.



