

Steven Vogel: *Kissan tassut ja katapultit. Luonnon ja ihmisen mekaaniset maailmat.* Suomentanut Kimmo Pietiläinen. Terra Cognita 2001.

Kuinka paljon voimme oppia luonnosta, kun kehitämme teknologiaa? Auttaako luonnon ja eliöiden tarkastelu laitteiden suunnittelussa ja valmistuksessa? Duke Universityn biologian professori ja biomekaniikan maailmanauktori teetti Steven Vogel esittää kirjassaan, että luonnon rakenteet eivät ole kunnollinen perusta ihmisen teknologialle.

Ihmisen teknologia ja luonnon mekaaniset ratkaisut ovat täysin erilaiset. Steven Vogel johdattaa lukijan läpi näiden erilaisuuksien ja pohtii perusteista lähtien syitä erilaisuuksiin. Kirjassa esitetään hyvin perustellusti miksi luonnon kopiointi osoittautuu hyvin harvoin hyödylliseksi. Yksi merkittävimmistä tekijöistä on koon merkitys. Samoja ratkaisuja ei voida vapaasti skaalata eri kokoihin. Luontoa kopioimalla emme siis voi paremmin rakentaa omaan fyysiseen kokoomme sopivaa teknologiaa. Lentokonetta ei voi rakentaa linnun tai sudenkorennon lentoa matkimalla. Ratkaisut ovat täysin erilaiset, koska reunaehdot ovat myös täysin erilaiset.

Kirjan loppuosassa Steven Vogel nostaa kuitenkin esiin esimerkkejä mahdollisuuksista matkia luontoa. Yleinen johtopäätös on, että mitä pienempi mittakaava sen paremmat matkimismahdollisuudet. Ihmisen teknologia on suhteessa parempi, kun mittakaava kasvaa ja metallit ja rattaat pääsevät täysin oikeuksiinsa. Tämä johtaa toteamukseen, että materiaalitieteet ovat hedelmällinen biomimeesin kohde, mutta rakenteissa ja mekaniikassa tilanne ei ole kovin hyvä.

Kirjan alaotsikko ”luonnon ja ihmisen mekaaniset maailmat” on paljon osuvampi kuvaus kirjan avaamista näköaloista kuin päätösotsikko ”kissan tassut ja katapultit”.

Lujuusopin keskeisyys

Kirja alkaa evolutiivisten prosessien ja niiden reunaehtojen tarkastelulla. Informaatioon liittyvien reunaehtojen käsittely, esimerkiksi kierteisyyden merkitys informaation varastoisemisessa biologisten rakenteiden tuottamisessa, on ensimmäinen pohtimista herättävä ajatus bittien riittämättömyydestä informaation mittaamääränä luonnon eliöiden kokonaisuuksien rakentamisessa. Suurten eliöiden rakentumisen monista soluista merkitsee tarvittavan informaation minimoointia.

Mekaanisia maailmoja ei voi tarkastella pohtimatta lujuusoppia hyvinkin perusteellisesti. Fyysinen ympäristö, materiaalit, maapallolla vallitseva lämpötila ja painovoima asettavat hyvin määritellyt reunaehdot sille, mikä on mahdollista ja mikä ei. Materiaalien jäykkyyden ja pehmeuden tarkastelu johtaa kirjassa lujuusoppiin kansantajuisesti, mutta pintaa syvemmältä. Opimme kuinka kengurun janteen kimmoisuus eikä niinkään lihasvoima sinkauttaa kengurun pitkiin loikkiin. Eri maailmat kuormittavat rakenteita eri tavoilla, vetämällä tai työntämällä. Autoa tuetaan puristetuilla jousilla, mutta hevosilla on vetojännitykseen perustuva rakenne.

Niin luonto kuin ihmisen rakentama mekaaninen maailma ovat hyvin monista tekijöistä riippuvaisia. Kun on käytössä viisi materiaaleja kuvaavaa ominaisuutta, paremmuutta

ja huonommuutta ei voida arvioida yhdellä asteikolla. ”Nykyään on muodikasta puhua biologisten materiaalien ihmeellisyydestä. Tämä on pääosin joutavaa lätinää. Olennaista on pohtia miten materiaalit soveltuvat nimenomaiseen käyttötarkoitukseen”, todetaan kirjassa. Tällöin ollaankin nykyisen materiaalitieteen perusajatuksessa. Materiaalit räätälöidään käyttötarkoituksen perusteella aina älykkäisiin materiaaleihin saakka.

Suuri periaatteellinen ero ihmisen ja luonnon mekaanisten maailmojen välillä on tie jäykkyyteen ja taipuisuuteen. Miksi luonto ei käytä metalleja? Miten eliöt voisivat tuottaa niitä? Miten käyttökelpoisia metallirakenteet ovat? Mekaaniset maailmat toimivat moottoreilla. Dynamiikan aikaansaaminen ja ylläpitäminen asettavat myös reunaehdoja rakenteille. Luonnon ja ihmisen moottorit osoittavat myös selvästi eri maailmojen erot.

Millaisissa tehtaissa kahden maailman laitteet valmistetaan? Luonto on kehittynyt jatkuvasti huoltamaan ja korjaamaan ”laitteitaan”. Ihmisen mekaanisessa maailmassa tätä vältetään jo lähtökohtaisesti, vaikka erilaisten laitteiden huoltoa järjestellessä sitä ei aina uskoisikaan.

Rattoisaa luettavaa vaativasta aiheesta

Vogelin asiantuntemus, avoin, poikamaiselta vaikuttava uteliaisuus ja hyvin henkilökohtaiset mielipiteet tekevät kirjasta rattoisaa luettavaa ja antavat näennäisen helpon kuvan sen käsittelemistä asioista. Toisaalta kirjaan on saatu havainnollistettua huomattava joukko mekaniikan ja lujuusopin käsittelyä, käsitteitä ja riippuvuussuhteita ilman matemaattisia kaavoja. Se haastaa pohtimaan kuinka pitkälle Vogel on ajatusmaailmassaan edennyt ilmiöiden mallintamisessa. Vogelilla on kriittinen suhtautuminen luonnon matkimiseen tekniikan kehittämisessä, mutta positiivinen suhtautuminen luonnon toimintojen ymmärtämisessä tekniikan kehittämisen kannalta.

Lopussa kirja käsittelee lyhyesti nykyisen materiaalitieteen vaikutusta ihmisen mekaaniseen maailmaan. Luonto rakentaa ylöspäin lähtien molekyyliä ja soluista, mutta me

emme yleensä tee niin. Poikkeus on nykyisin nopeasti kasvava tekniikan alue nanoteknologia. Vaikka luonnon komposiittimateriaalien täsmällinen matkiminen odottaa nanoteknologian pitemmälle menevää kehittymistä, luonnon tavalla valmistetuista komponenteista yhdistämällä saadut tuotteet ovat selvästi mahdollisia jo lyhyellä aikavälillä. Älykkäät materiaalit merkitsevät ympäristön ja laitteen väliseen vuorovaikutukseen perustuvaa toiminnan optimointia, esimerkiksi rakenteen riippuminen kuormituksesta.

Kirjan kirjoittaminen: älyllinen juhla-ateria

Kirja on oiva tiivistelmä biomekaniikan ajatusmaailmasta, se sisältää runsaan viiteluettelon alan kirjallisuuteen ja myös synteisiin siitä. ”Biomekaniikka perustuu vertailuun ja tutkii olemassaolon mekaanisia ongelmia, erityisesti miten näiden ongelmien ratkaisut vaihtelevat eliön koon ja sukupuun mukaan ja miten eliö hallitsee kasvua, lisääntymistä ja levittäytymistä eri tavoin. Biomekaniikka on aina lainannut peruskäsitteensä tekniikasta ja saanut siinä valtavan hyödyn. Olemme erittäin tuottoisesti käyttäneet ihmisen rakentamaa tekniikkaa yrityksissämme ymmärtää, mitä luonto tekee. Vain harvoin olemme löytäneet eliöstä mekaanisen laitteen, joka ei olisi ollut meille entuudestaan tuttu tekniikan piiristä.”

Vogel sanoo, että hänelle kirjan kirjoittaminen on ollut älyllinen juhla-ateria. Kirjan lukeminen antaa vaikutelman katselusta useista avaimen rei’istä ja halun mennä tutustumaan kuhunkin huoneeseen lähemmin. Kaikelle avoin uteliaisuus yhdessä kirjoittajan laajan tiedon kanssa niin biologiasta kuin mekaniikastakin sekä amerikkalainen tapa varmistaa, että lukija pysyy mukana tekee lukemisen helpoksi mutta samalla ajatuksia herättäväksi.

Kimmo Pietiläinen on suomennoksessaan tehnyt takuutyötä paitsi luettavuuden myös oikean terminologian varmistamiseksi.

Kirjoittaja on sovelletun fysiikan professori Helsingin yliopistossa, Professoriliiton puheenjohtaja ja Tieteellisten seurain valtuuskunnan varapuheenjohtaja.