

Miksi maailma muuttuu?

1 Luonnon universaalit piirteet

Kaikenlaista kehitystä kuvaillaan paljolti talouden ja biologian käsittein. Esimerkiksi innovaatiot ja kilpailu jouduttavat talouskasvua samalla tavoin kuin elinkelpoiset mutaatiot ja keskinäinen kilpailu kiihdyttävät lajien kehitystä. Kuitenkin on syytä kysyä, mikä oikeastaan on tuo Adam Smithin kuvailema ”näkyvätön käsi”, joka ohjaa yksilöiden oman edun tavoittelun myös yhteiseksi eduksi? Vastaavasti on syytä kysyä, mitä oikeastaan on tuo Charles Darwinin esittämä luonnonvalinta, joka ohjaa evoluutiota liittäen lukuisat lajit yhtenäiseksi biosfääriksi?

Kaiketi kehitys hakee kulkujaan, mutta suuntaansa vailla se ei ole. Vaikemme osaakaan tarkasti ennustaa, tunnistamme trendejä niin talouksien kuin eliöyhteisöjenkin kehityksissä, mutta myös ilmeisen elottomissa järjestelmissä ilmenee samoja universaaleja piirteitä. Esimerkiksi geenien pituusjakaumat kertyvät samoin kuin sanojen pituusjakaumat. Eläin ja kasvipopulaatiot levittäytyvät ympäristöönsä samoin kuin varallisuus yhteiskunnissa. Bakteeripopulaatioiden kasvukäyrät ovat sigmoidaalisia kuten oppimiskäyrätkin hetkitäisine heilahduksineen. Niin ikään kemialliset reaktiot voivat edetä heilahdellen samoin kuin talous kulkea suhdanteesta toiseen. Mittakaavatomat likimain logaritmiset piirteet ilmenevät myös pyörremyrskyjen ja galaksien sekä simpukoiden että viherkukkakaalien spiraalirakenteissa. Teknologia askeltaa yhdestä innovaatiosta toiseen samoin kuin ekologinen sukkessio lajista seuraavaan. Tuotannon kirjo kasvaa kuin lajien runsaus. Myös maankuorelta mitattujen järjestysten suuruusjakauma on samanlainen kuin aivokuorelta rekisteröityjen mielenliikkeiden jakauma. Niin ikään solun aineenvaihduntaverkoston rakenne on samankaltainen kuin maapallolla laajenevan tietoliikenneverkon fraktaalinen rakenne ja taivaankannella levittäytyvä galaksien rihmaston rakenne. Suuri samanlaisuus on tuskin vain sattumaa vaan seuraus samasta syystä. Mikä on tuo moninaisia järjestelmiä muokkaava ja maailmaa kokonaisuudessaan muuttava syy?

2 Luonnonlain luonne

Kun puhumme kaikesta, tarvitsemme kattavimmat käsitteet ja pitävimmät peruseräpäät. Nykyään kokonaisvaltainen katsantokanta ei ole ilmeinen, sillä lukemattomien yksityiskohtien luetteloiden ja pitkälle eriytyneen asiantuntemuksen perusteella maailma vaikuttaa tavattoman monimutkaiselta. Epäilemme jopa, voiko sitä kuvata sekä kattavasti että täsmällisesti. Kuitenkin aikoinaan 1600- ja 1700-lukujen taitteessa, kun tieteenalojen eriytyminen oli vasta aluillaan ja matemaattinen täsmällisyys oli vasta tuloillaan, maailman kuvaus kokonaisuudessaan oli vain luonteva, ei huikea tavoite.

Kun Newton kirjoitti $\mathbf{F} = d\mathbf{p}/dt = m\mathbf{a} + vdm/dt$, että liikkeen muutos on verrannollinen voimaan, ei hän rajannut voiman käsitettä koskemaan vain painovoimaa eikä liikettä koskemaan vain kappaleita. Hän tarkoitti, että mikä tahansa muikin energiaero kuin korkeusero, aiheuttaa muutoksen ei vain putoamista vaan minkä tahansa muunkinlaisen muutoksen. Esimerkiksi, että auringon korkeaenerginen valo kasvattaa kasvin ja ruoan kemiallinen energia ruokkii eläinpopulaation kasvun ja luonnonvarat talouden kasvun. Tiedän, että nykyään tutumpi muoto Newtonin liikelaista on $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$, mutta se on varmasti väärin. Ydinreaktiossa massan muutos on ilmeinen ja kemiallisessakin reaktiossa se on lämpönä havaittavissa, mutta massa muuttuu missä tahansa tilamuutoksessa. Siksi massan muutos on kirjattava luonnonkuvauksemme muutoksesta kuin muutoksesta.

Newton ymmärsi, että järjestelmä kuin järjestelmä kehittyi voi-

mien ristiaallokossa resultantin suuntaan. Kehitys suuntautuu siten, että energiaerot järjestelmän ja ympäristön välillä pienenevät mahdollisimman nopeasti. Karja kasvaa kunnes laidun ehtyy, talous kasvaa kunnes luonnonvarat ehtyvät, jne. Liikelain yksinkertaisuudesta huolimatta luonto ei kuitenkaan edeltä tiedä miten edetä, vaan varioi kulkuun ja luonnollisesti valitsee todennäköisimmän kehityskulun. Leibnizin sanoin *kaikista mahdollisista maailmoista se, jossa elämme, on todennäköisin*. Vähän myöhemmin Maupertuis kirjoitti variaatioperiaatteen liikeyhtälön muotoon ja osoitti, että se on yhtäpitävä Newtonin 2. liikelain kanssa. Tästä seikasta voimme itsekin helposti varmistua kertomalla Newtonin voiman määritelmä nopeudella ja tunnistamalla massan muutoksen energian muutokseksi Einsteinin kuuluisaksi tekemän relaation $[E = mc^2]$ avulla.

On vain yksinkertainen matemaattinen tehtävä osoittaa, että liikeyhtälö tuottaa juuri nuo luonnon universaalit piirteet: likimain logaritminormaaliset jakaumat ja spiraalit, jotka kertyvät sigmoidaalisesti ja siksi seuraavat logaritmi-logaritmi asteikoilla pääosin suoria eli noudattavat potenssilakeja. Voidaan myös helposti osoittaa, että uusien energiasiirtomekanismien ilmaantuminen, olivat ne sitten teollisia innovaatioita, rahoituksen vipumekanismia tai uusia eliölajeja, voi aluksi aiheuttaa kehityksen heilahtelua, mutta joka viimein tasaantuu stationaariseksi dynamiikaksi. Silloin kaikki kiertää taloudessa kuten biosfääriä. Sukupolvet seuraavat toinen toisiaan, mutta mikään ei muutu ja aikakäsityksemme on taas oleva syklinen.

3 Ennustamisen tarve

Jos luonnon kehityskulkuja voidaan todella kuvata näin yksinkertaisen kattavasti ja matemaattisen täsmällisesti, miksei sitten yleensä tehdä niin? Syy ei ole se, että liikeyhtälö olisi jotenkin vajavainen kuvaus joko mikroskooppisesta maailmasta tai maailmankaikkeudesta, vaan syy on vain se, ettei kuvaus ole toiveidemme mukainen. Tosin toiveemme laskea tarkkoja ennustuksia eivät ole tästä maailmasta.

Kun liike kuluttaa liikevoimia, ei ole mahdollista laskea alkutilasta lopputilaa, joka riippuu kuljetusta reitistä. Kun kaikki riippuu kaikesta, kehittyvä järjestelmä muokkaa ympäristöään, joten muutos muuttaa reunaehtoja. Jokainen biologi tietää, että kasvava eläinpopulaatio kuluttaa ympäristöään. Jokainen yrittäjä tietää, että kasvava toimiala pistää kilpailijat koville, mutta vain harva fyysikko haluaa huomioida nämä kiistämättömät tosiasiat, vaan mieluummin pitää yhtälönsä laskettavina vaikeivat ne sellaisina todellisuutta kuvaavina. Sen seurauksena, vaikkakin vain turhaan, maailmakuvamme on vailla pitävää perustaa ja tosiasioista jää tilaa tulkinnoilla.

4 Yhteenveto

Maailma muuttuu kun energiaerot vähenevät mahdollisimman nopeasti, tapahtui se sitten kasvaen, lisääntyen, erilaistuen, monipuolistuen, tehostaen tai miten muutoin tahansa. Näin sen ymmärsivät Newton, Leibniz ja Maupertuis. Vähän myöhemmin Charles Darwin sekä Adam Smith ja meillä päin Antti Chydenius kuvailivat samaa suuremmin aineistoin mutta suppeammin käsittein ja vailla matemaattista varmuutta eliökunnan ja yhteiskuntien kehityksistä kertoessaan. Nykykertomus on karttunut lukuisten yksityiskohtien luetteloiksi, mm. taloustilastoiksi ja geenikirjastoiksi mutta kaventunut käsitteellisesti jo jääden vaille viitettäkään keskeiseen kysymykseen, miksi maailma muuttuu. Kuinka viisaalta vaikuttaakaan Alexander von Bungen, Tarton yliopiston kasvitieteen professorin toteamus 1800-luvun puolivälin tienoilta, että *ymmärtääkseen luonnon yksityiskohtia, on tunnettuva luonto kokonaisuudessaan*.

Vanha luonnonlaki ei aikoinaan ollut odotusten mukainen, mutta nyt olisi jo aika odottaa, että mieltäisimme itsemme kuten kaiken ja siten myös kaiken osana.

Kiitos mielenkiinnosta.

Arto Annala

*Kuvat: <http://prezi.com/k6zbt9iq3kf2/miksi-maailma-muuttuu/>