

Simo Vahvelainen

# Luonto ei käytä öljyä

Ekosysteemi on mallina teolliselle ekologialle, jonka pioneereja on dosentti Jouni Korhonen. Luonnosta otetaan myös vaatimustaso kehitykselle: ollakseen kestävää sen pitäisi voida jatkua ikuisesti teollisen yhteiskunnan parin vuosisadan sijaan.

**T**eollinen ekologia on luonnon ekosysteemin ja ihmisen talousjärjestelmän vertailevaa tutkimusta, määrittelee Tampereen yliopiston Kaupakorkeakoulun dosentti ja akatemiaturkija Jouni Korhonen, kun keskustelemme vähän ennen hänen lähtöään maailmanlaajuiseen alan kongressiin Kaukoitään.

Teollisen ekologian tavoitteena on vähentää talousjärjestelmän ympäristökuormitusta. Fyysiset materiaali- ja energiavirrat sektoreiden välillä ja sisällä ovat alan keskeistä sisältöä.

Luonnonvarojen käytön saamiseksi kestäväälle pohjalle ei Korhosen mielestä ole parempaa ohjeistoa kuin luonnon ekosysteemi. Se on toiminut miljoonia vuosia, teollinen yhteiskunta puolestaan noin 250 vuotta.

– Fossiilinen vallankumous on suurin ympäristöongelmamme. Se on tuottanut kasvihuonekaasut ja muuttanut ennen arvokkaat (poltto)aineet jätteeksi. Noin 80 prosenttia teollisen yhteiskunnan energiantuotannosta perustuu uusiutumattomiin luonnonvaroihin.

Ekosysteemi on pystynyt uusiutumaan, vaikka lajeja tulee ja menee. Teollisen yhteiskunnan Korhonen näkee täysin päinvastaisena järjestelmänä.

– Jo ennen kuin öljy, kivihiihi ja maa-kaasu loppuvat, loppuu ilmahan ja ilmastion sietokyky poltosta syntyneisiin päästöihin. Tällainen teollinen jär-

jestelmä ei voi olla määritelmällisesti kestävää.

Järjestelmien päinvastaisuus näkyy myös jättekysymyksessä.

– Luonnossa ei ole jätettä, vain resursseja. Kasvit, eläimet, bakteerit, sienet, hajottajat ja raadonsyöjät hyödyntävät toistensa ruumiita ja jätteitä, ja luonto perustuu sataprosenttisesti uusiutuvaan aurinkoenergiaan. Materiaalisesti globaali ekosysteemi on suljettu. Ainoa jäte on hukkalämpö takaisin avaruuteen, millä ei ole väliä, koska aurinko-in-put on ääretön.

– Talousjärjestelmä toimii täysin päinvastaisesti. Energiapanoksina ovat uusiutumattomat luonnonvarat, fossiiliset resursit, ja tuotantomalli on lineaarinen, läpivirtaava: otetaan, tuotetaan, kulutetaan, päästetään. Luonnon malli on kiertävä.

Korhonen kertoo, että teollisen ekologian nimen takana on metafora-analogia. Luonto on kestävyytensä osoittanut. Miksi olla ottamatta mallia parhaasta esimerkistä, ekologisesta järjestelmästä, ikuisesta kestävyyydestä?

## Teollisuuden propagandaa vai ei?

Vuonna 1989 julkaistiin arvovaltaisessa *Scientific American* -lehdessä (Special

Edition, September 1989, ss. 144–152.)

Harvardin yliopiston professorin *Robert A. Froschin* ja General Motorsin tutkimusjohtajan *Nicholas E. Gallopoulosin* artikkeli, jossa teollisen ekologian käsite esiteltiin ensi kertaa laajalle yleisölle.

## Fossiilinen vallankumous on suurin ympäristö-ongelmamme.

– Se on koko kestävä kehityksen alan viiden luetuimman artikkelin joukossa koko modernin ympäristötutkimuksen ajalta, siis ajalta sen jälkeen kun ns. Brundtlandin komitean raportti

”Yhteinen tulevaisuutemme” julkaistiin keväällä 1987. Tämän jälkeen kestävä kehitys myös institutionalisoitui. Tosin ’teollisuusekologian’ termiä käytettiin jo vuonna 1972, unohduksiin jääneessä tieteellisessä kirjassa. Tuolloin ympäristöä pidettiin marginaalisena kohteena yhteiskunnan tutkimukselle ja kehitykselle.

Korhonen katsoo, että Suomessa on tehty teollisen ekologian alaan kuuluvaa tutkimusta jo 15 vuotta ilman tätä termiäkin – materiaalivirta-, elinkaari- ja ekotehokkuusanalyysien nimillä. Eivätkä ne ole olleet ympäristöongelmien lievittelyä tai teollisen yhteiskunnan kaunistelua, sen enempää meillä kuin muuallakaan.

– Pelottavia esimerkkejä on kuitenkin ollut konsulttiprojekteissa. Termin alla tehdään kestävämmiksi asioita. Erityisesti Aasiassa ja Amerikassa konsultit

## Teollisen ekologian keulahahmo

**HARVARDIN** yliopistossakin vierailevana tutkijana toiminut Jouni Korhonen käsittelee intohimoisesti suuria kysymyksiä. Korhonen on Teollisen Ekologian Seuran vastavalittu puheenjohtaja. Hän korostaa niin seuran kuin aiheen monialaista yhteisyyttä: seura on kaikille avoin ja ilmainen ajatusten, tutkimuksen, kestävä keskustelun ja kehityksen seura. Siihen toivotaan jäseniä tieteestä, hallinnosta, elinkeinoelämästä, teollisuudesta ja kansalaisjärjestöistä.

Korhonen teki Suomessa ensimmäisen teollisen ekologian alan väitöskirjan vuonna 2000. Opetusta teollisesta ekologiasta on Tampereen, Helsingin ja Oulun yliopistoissa sekä Helsingin teknillisessä korkeakoulussa. Tampereen yliopistolla työskentelee Teollisen ekologian tutkimusryhmä. Professuuria ei ole. Jouni Korhonen on ollut kaikkien aiheesta Suomessa väitelleiden ohjaajana tai tarkastajana. Väitöksiä on muutamia.



ovat ottaneet sen käyttöönsä. Teollisessa ekologiassa kuten ekotehokkuudessa saadaan tahattomastikin joutua ristiriitaan luonnon kanssa.

Esimerkkinä Korhonen mainitsee sen, kun amerikkalaisille markkinoitiin tehokkaammat autot ja ajokustannukset laskivat: ihmiset alkoivat ajaa enemmän. Päästöt ja energiankulutus kasvoivat absoluutisesti, parantuneen tehokkuuden takia.

– Hiilidioksidista luonto välittää, ei siitä, tuotetaanko se tehokkaasti vai ei.

Mielenkiintoa herättänyt esimerkki teollisesta ekologiasta on myös Kalundborgin ekoteollisuuspuisto Tanskassa. Kaupungin tuotantoelämä perustuu ’ekologiseen’ tuotantoketjuun eri tuottajien ja palvelujen välillä.

– Ekoteollisuuspuisto edustaa symbioottista teollista ekologiaa. Sen paikallinen erinomaisuus ei kuitenkaan ole ’maailmaa pelastava ratkaisu’. Ongelmana on symbioosin perusta, kivihieillä toimiva voimalaitos ja öljynjalostamo. Luonto ei käytä kivihieiltä tai öljyä. Kalundborgin sanomassa on teollisuuden propagandaa mukana.

Korhonen näkee kuitenkin teollisen ekologian käsitteessä vahvan potentiaalin. Se yhdistää perinteisesti erillään toimivia järjestelmiä ja enteilee paradigmatuotosta talousjärjestelmien tutkimisessa. Abstraktien rahavirtojen sijalle tai lisäksi analyysiin tuodaan fyysiset virrat: massatonnit

eli laadullisesti erilaiset mittarit (ks. juttu ainevirtatilipidosta, s. 37). Taloustieteelliset teoriat menevät samalla uusiksi.

– Erityisesti tehdään virhearvio, jos ajatellaan teollisen ekologian koskettavan vain suurtuotantoa tai niiden prosesseja. Teollista yhteiskuntaa pitää ajatella tuotantotapana ja elintapana. Teollinen yhteiskunta toimii kehdestä hautaan, pellostä pöytäan, ja tuotteiden elinkaari määräytyy tämän mukaan. Siten myös kulutus on vahvasti mukana aineen ja tuotteen elinkaareissa. Kun siihen lisätään kaikkien tuottamien jätteiden käsittely ja loppusijoitus, yhteiskunnallinen teollisen ekologian kokonaisuus on kattava, ja samalla paremmin ymmärrettävä.

## Taloustieteellisen ajattelun harhat

Teollisen ekologian näkökulmasta taloustieteen ongelmakohdat ovat materia- ja energiavirtojen sekä erityisesti ympäristökuormituksen jääminen kehikon ulkopuolelle. Työ ja pääoma ovat tuotantofunktion faktorit, siis tuotannon tekijät, luonnonvarojen ehtyvyys ei. Korhonen kertoo, että tämä riitasointu todettiin jo 1970-luvulla, kun taloustieteen nobelisti, professori *Robert Solow* sanoi, että ’world can in fact get along without natural resources’.

## Teollinen ekologia kyseenalaistaa perinteisen jätetuollon.

– Sen, että ’maailma itse asiassa pärjää ilman luonnonvaroja’, todistavat taloustieteeseen perinteisesti rakennetut tuotantofunktiot, joissa ei ole luonnonvarojen riittävyttä tai rajallisuutta otettu huomioon. Esimerkiksi tunnetun Cobb–Douglas-tuotantofunktion mukaan määritellen erinomaisen ateriaan tarvitaan hyvä kokki ja tarkoituksenmukaisesti varustettu keittiö kaikkine välineineen, siis työ ja pääoma. Mutta raaka-aineita, luonnonvaroja, ei tarvita. Funktiossa ei ole rajoitetta; kalaruokaa ravintoloissa voi tuottaa ilman kaloja vesissä. Maa on kelvannut tuotantofunktioon, mutta se on edustanut siellä pääomaa, ei luonnonvaraa.

Korhonen puhuu aiheesta pitkään ja innostuneesti. Taidetaan olla teollisen ekologian ytimessä.

– Maailma pärjää taloustieteen näkemysten mukaan ikuisesti substituuteilla. Kaikelle on korvaajansa. Jos ei ole rajoit-

tavaa tekijää tuotantofunktiossa, rajaton fyysinen kasvu on mahdollista. Faktorit voivat korvata toisiaan, voidaan korvata menetetyt luonnonvarat teknologialla. Korvaavuuden vaihtoehdona on täydentävyys, jolloin talouspolitiikassakin tunnustettaisiin maapallon rajallinen kantokyky.

Korvaavana tekijänä ei Korhosen mukaan voida käyttää tehokkuutta. ►

Ihmisen tuottamalla pääomalla, teknologialla, voidaan tehostaa panosten muuttamista tuotokseksi, se on muutosten agentti. Luonnon pääomalla on kuitenkin eri rooli, se ei ole muutoksen agentti vaan materiaallinen perusta. Jos lisätään sahojen määrää, voidaanko sillä korvata metsät? Tai kalastusaluksia lisäämällä korvata hiipuva kalapopulaatio. Jos voidaan, silloin pärjätään ilman luonnonvaroja.

### Piilopaikkoja tuotannolle

Korhonen tarjoaa kylmänviileän näkemyksen globalisaation perusteista. Hänen mukaansa päätepiste kestävässä kehityksessä on sen verran kaukana tulevaisuudessa, etteivät kestävyuden tosiasiat ole ymmärrettävissä taloustieteellisillä teorioilla eikä myöskään kansantalouksien harjoittamassa talouspolitiikassa. Ihmisluonto operoi nykyhetkestä käsin: teen sitä missä olen osaava, mihin tällä hetkellä on resursseja. Pk-yritykselle, joka taistelee olemassaolostaan ei juuri ole vaihtoehtoa.

– Aikajännettä ei osata ottaa huomioon. Lopulta, kun luonnonvarat ehtyvät tai niistä johtuvat sosiaaliset konfliktit tulevat kestävämmiksi, tuotantoa siirretään sinne, missä luonnonvaroihin suoraan liittyvät konfliktit ovat vältettävissä. Löydetään piilopaikkoja, joissa voidaan harjoittaa entistä tuotantopolitiikkaa. Energia- ja materiaali-intensiivistä tuotantoa siirretään maihin, joissa standardit ja valvonta ovat alemmalla tasolla ja työ halvempaa.

Korhonen toteaa, että modernia teknologiaa ja globalisaatiota käytetään paholaisen asianajajana, kun tuotantoa pystytään siirtämään eri paikkoihin.

– Kierretään olemassa oleva ongelma, koska se on kierrettävissä.

Toisaalta Korhonen löytää loistavia esimerkkejä teollisesta ekologiasta lähiympäristöstäkin, erityisesti teollisuudessa biomassan käytöstä sekä sähkön ja lämmön yhteistuotannosta Suomen metsä- ja energiäteollisuudessa.

– Materiaali- ja energiavirtojen hallinta ja siihen käytettävä teknologia on Suomessa esimerkillistä verrattuna globaaliin teollisuuteen. Suomi, Tanska ja Hollanti ovat laajamittaisesti järjestäneet energiantuotantonsa sähkön ja lämmön yhteistuotantoon. Sähköntuotannon hukkalämpö hyödynnetään teolliseksi prosessihöyryksi tai kaukolämmöksi. Teollisen ekologian periaatteiden mukaisia toimia on ollut jo vuosikymmeniä.

– Tosin absoluuttinen kuormitus kasvaa puun tuonnin lisääntyessä Venäjältä, ja Saksan kaatopaikoilla on valtavia paperinkäsittelyongelmia. Suomestahan vietään ulkomaille 90 prosenttia valmistetusta paperista. Hyödyntämistä seuraavat kadmium ja raskasmetallilietepäästöt.

Hyviä esimerkkejä teollisesta ekologiasta löytyy myös muilta toimialoilta kuten maataloudesta ja elintarviketaloudesta, vaikkapa lannan mädätystekniikka.

– Jätteet ovat politiikan näkökulmasta kuormituksena hyvin mielenkiintoisia. Jos jätteitä ajatellaan teollisen ekologian tapaan toisen luovuttamana resurssina kuten luonnon ekologiassa, niiden synnyn estämiselle ei jää perusteita. Näkökulma tuottaa nykypolitiikan vastaisen tuloksen. Tulevaisuus ei välttämättä priorisoi jätteen synnyn estämistä, mikä nyt on politiikan päämäärä. Lainsäädäntö voi vaikeuttaa jätteiden hyödyntämistä, koska on virallistettu jätetavalla, joka estää hyödyntämisen.

Korhonen sanoo jätteen vähentämisen voivan tapahtua monella tasolla: prosessin, yrityksen, alueen tai globaalien järjestelmän. Viimeinen taso on tärkein. Teollinen ekologia kyseenalaistaa perinteisen jätehuollon, koska näitä tasoja ei eroteta toisistaan.

### Rajat synnyttävät luovuutta

Miten sitten pitäisi toimia? Korhosella on vastaus valmiina. Hän vaatisi teollisuu-

delta lisää luovuutta, tuotannon ja kuluksen integroimista toiminnalliseksi kokonaisuudeksi – ja tiedolliselta puolelta sitten yhtenäistä dataa ja teorioita näiden pohjaksi.

– Konkreettisesti esimerkiksi jätteet ovat jääneet ottamatta osaksi tuotantoketjua. Ja tuotanto on jäänyt integroimatta kulutusjärjestelmiin. Niiden tutkimusta tehdään kumpaakin tahollaan, ikään kuin ne olisivat toisensa poissulkevia. Yhtä usein ne ovat erillään yhteiskunnan tiedollisessa infrastruktuurissa: tilasto puhuu vain yhdestä asiasta. Indikaattori- ja mittausjärjestelmiä pitäisi integroida keskenään.

Korhonen luettelee lukuisia mahdollisuuksia integroimiseen ja toteaa linkkejä olevan olemassa. Niitä ei kuitenkaan ole kirjattu tavoitteeksi teollisuuden ympäristöjohtamisjärjestelmiin tai raportteihin – katsotaan, että ne kuuluvat julkiselle sektorille.

– Ekoteollisuuspuistot ovat hyvä mahdollisuus mennä perinteisestä yrityksen johtamisjärjestelmästä organisaatioiden väliseen, verkosto- tai puistotasoiseen ympäristöjohtamiseen. Eri yritysten johtamisen integrointi on yleensä kovin vaikeata: riippumattomuus kilpailijoista kun on liiketaloustieteen ja johtamisen ihanne. Tärkeintä Korhosen mukaan on kuitenkin luovuus. Ja taas törmätään rajoihin.

– Perusongelma syntyy rajoittamattomuudesta. Rajat stimuloivat luovuutta, kun niiden sisällä on pakko toimia. Jos näkökulmana on, ettei rajoitettavaa tekijää ole olemassa, luovuus raukeaa. Luovuuteen tarvitaan absoluuttiset rajat, kukaan taidemaalari ei maalaa rajattomalle kankaalle. On luotava siihen, mikä on käytettävissä. Jos ei tunnusteta kasvun rajoja, puuttuu myös porkkanat luovuuteen.

Korhonen näkee teollisen ekologian näkökulmasta huimana haasteena sen, että ekologinen järjestelmä ei kasva, mutta talousjärjestelmä kasvaa. Ollaan kuin avaruusaluksessa, jossa on rajallinen määrä säilykepurkkeja: kasvamattoman tilan sisällä kasvamassa. ■

## Lainsäädäntö voi vaikeuttaa jätteiden hyödyntämistä.

## Jos ei tunnusteta kasvun rajoja, puuttuu porkkana luovuuteen.