

# SYSTEEMISYYS AJATTELUN VIITEKEHYKSENÄ

Ismo Pentikäinen  
Maisterintutkielma  
Filosofia  
Yhteiskuntatieteiden ja  
filosofian laitos  
Jyväskylän yliopisto  
Kevät 2023

# JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Tiedekunta<br>Humanistis-yhteiskuntatieteellinen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Laitos<br>Yhteiskuntatieteiden ja filosofian laitos |
| Tekijä Ismo Pentikäinen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                     |
| Työn nimi<br>SYSTEEMISYYS AJATTELUN VIITEKEHYKSENÄ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                     |
| Oppiaine<br>Filosofia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Työn tyyppi<br>Maisterintutkielma                   |
| Aika 21.2.2023                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Sivumäärä 46                                        |
| Ohjaaja Onni Hirvonen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                     |
| Tiivistelmä                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                     |
| <p>Tässä tutkielmassa selvitetään, miten systeemisyys soveltuu filosofisen ja tieteellisen ajattelun viitekehykseksi siinä merkityksessä, jossa se ymmärretään nykyaikaisen systeemitieteestä, systeemiajattelusta ja systeemifilosofiasta muodostuvan systeemien tutkimuksen kentällä. Tutkielman lähdeaineistona käytetään näiden alojen keskeisiä yleisteoksia ja kirjoituksia.</p> <p>Systeemisyydellä tarkoitetaan sitä, että todellisuus käsitetään kokonaisuudeksi, jonka ilmiöt ovat toisiinsa kytkeytyneitä ja keskinäisessä vuorovaikutuksessa, ja että niillä on samanlaisia ominaisuuksia, jotka tekevät niistä järjestelmiä tai järjestelmien osia. Tällaisia ominaisuuksia ovat osien välisistä kytköksistä muodostuva rakenne, järjestelmää ympäristöstään erottava rajapinta, jonka kautta sen vuorovaikutus ympäristön kanssa tapahtuu, emergentit ominaisuudet, joiden ansiosta järjestelmät ovat enemmän kuin osiensa summia, ja prosessuaalisuus, joka ilmenee järjestelmien suorittamina toimintoina ja muuttuvaisuutena. Näitä ominaisuuksia voidaan soveltaa näkökulmina minkä tahansa ilmiön tarkastelemisessa, vaikka sen ei voisikaan tietää olevan sellaisenaan olemukseltaan systeeminen. Systeemisessä ajattelussa yhdistyvät laajojen kokonaisuuksien hahmottamiseen tähtäävä holistinen ajattelutapa, järjestelmien osatekijöitä ja rakenteita analysoiva reduktionistinen ajattelutapa, ja syntetisoiva ajattelutapa, jossa ilmiöistä luodaan niiden rakenteita, kytköksiä, vuorovaikutussuhteita ja toimintaa kuvaavia malleja.</p> <p>Esitän, että systeeminen ajattelu auttaa ymmärtämään todellisuuden kompleksisuutta ja tarjoaa muista ajattelutavoista poikkeavia näkökulmia todellisuuden ilmiöiden tarkastelemiseen. Ontologisesti se yhdistää prosessi- ja olioajattelua ja emergentismia ja selventää osien ja kokonaisuuksien suhteita. Sen avulla voi tarkastella esimerkiksi mielenfilosofisia kysymyksiä tietoisuuden olemuksesta ja mielen ja ruumiin suhteesta sekä tietoteoreettisia kysymyksiä todellisuuden, ajattelun ja kielen välisistä suhteista, tiedon ja totuuden luonteesta ja siitä, miten ihmisen todellisuutta koskevat uskomukset rakentuvat. Systeeminen ajattelu voi toimia lähtökohtana myös yhteiskuntafilosofiselle ja eettiselle ajattelulle sekä ihmisen oman olemassaolon ja elämänfilosofisten kysymysten pohtimiselle.</p> |                                                     |
| Asiasanat: systeemisyys, järjestelmä, systeemiajattelu, systeemien tutkimus, systeemiteoria, kompleksisuus, filosofia, filosofian menetelmät                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |
| Säilytyspaikka Jyväskylän yliopisto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |
| Muita tietoja                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                     |

# SISÄLLYS

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 JOHDANTO.....                                                         | 1  |
| 1.1 Tutkimustehtävä.....                                                | 1  |
| 1.2 Systemisen ajattelun ja systeemien tutkimuksen kehitysvaiheita..... | 4  |
| 1.3 Tutkielman lähdeaineisto.....                                       | 8  |
| 1.4 Tutkimustehtävän merkitys.....                                      | 9  |
| 2 MITÄ SYSTEEMISYYS ON?.....                                            | 12 |
| 2.1 Systemisyys kaikkia ilmiöitä koskevana oletuksena.....              | 12 |
| 2.2 Systemisyys ja järjestelmien keskeiset ominaispiirteet.....         | 14 |
| 2.2.1 Rakenne, järjestyneisyys ja kytkeytyneisyys.....                  | 15 |
| 2.2.2 Raja.....                                                         | 17 |
| 2.2.3 Vuorovaikutus ympäristön kanssa.....                              | 19 |
| 2.2.4 Prosessuaalisuus.....                                             | 20 |
| 2.2.5 Emergentit ominaisuudet.....                                      | 22 |
| 2.3 Systemisyyteen liittyviä metafysisiä kysymyksiä.....                | 24 |
| 3 SYSTEEMISYYS AJATTELUN VIITEKEHYKSENÄ.....                            | 27 |
| 3.1 Systeminen ajattelu.....                                            | 27 |
| 3.2 Systemisyyden hahmottamisen esteitä.....                            | 30 |
| 3.3 Systemisen ajattelun tietoteoreettinen perusta.....                 | 34 |
| 4 POHDINTAA JA AVOIMIA KYSYMYKSIÄ.....                                  | 39 |
| LÄHTEET.....                                                            | 44 |

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimustehtävä

Tässä tutkielmassa etsin vastausta siihen, miten systeemisyys soveltuu ajattelun viitekehykseksi siinä merkityksessä, jossa se ymmärretään nykyaikaisen systeemien tutkimuksen alalla. Ajattelun viitekehysellä tarkoitan eri tieteenaloilla ja filosofian osa-alueilla harjoitettavan käsitteellisen ajattelun lähtökohtaisia oletuksia, jotka koskevat ajattelun kohteiden olemusta ja niiden tarkastelemiseen soveltuvia ajattelutapoja. Systeemien tutkimuksella (*Systems Inquiry*) tarkoitetaan monitieteistä tutkimustoiminnan kenttää, jonka alalla ilmiöiden tutkimisen ja selittämisen lähtökohtana on niiden oletettu järjestelmäluonne eli systeemisyys (*systemness*) (Mobus ja Kalton 2015, 1, 10, 20–21). Systeemien tutkimuksen tavoitteena on selvittää erilaisissa ilmiöissä samankaltaisina esiintyviä ja kaikille järjestelmille yhteisiä piirteitä, kehittää mielekkäitä tapoja tutkia niitä, ja luoda sovelluksia, joiden avulla niihin voidaan vaikuttaa (Bánáthy 1997a; Mobus ja Kalton 2015, 8–10).

Systeemien tutkimuksen alalla vallitsee asioiden järjestelmäluonteen hahmottamiseen tähtäävä ajattelutapa, jota kutsun tässä tutkielmassa systeemiseksi ajatteluksi<sup>1</sup>. Systeemisessä ajattelussa todellisuus käsitetään toisiinsa kytkeytyneiden asioiden verkostomaiseksi ja alati muuttuvaksi kokonaisuudeksi, jossa kaikki asiat ovat jonkin itseään suuremman yläjärjestelmän osia ja itsessään järjestelmiä, jotka koostuvat useista alajärjestelmistä (Hammond 2003, 18; Hofkirchner ja Rousseau 2015, xv; Mobus ja Kalton 2015, 1, 10–11, 17–20, 81; Moti, Haim ja Sigal 2016a, vii).

---

1 Alan englanninkielisessä kirjallisuudessa käytetään termiä "*systems thinking*". Tämä suomennetaan tyypillisesti termillä "*systeemiajattelu*". Systeemiajattelulla tarkoitetaan kuitenkin usein systeemisen ajattelun erityisiä menetelmiä, joita on kehitetty systeemisten ilmiöiden ja ongelmien hahmottamiseksi ja ratkaisemiseksi. Tästä syystä käytän tässä tutkielmassa selvyuden vuoksi termiä "*systeeminen ajattelu*" silloin, kun en viittaa tällaisiin menetelmiin, vaan käsittelen yleisesti systeemisten näkökulmien huomioon ottamista ajattelussa.

Todellisuuden ilmiöt voidaan jaotella karkeasti luonnollisiin ja ihmisen tarkoituksellisesti synnyttämiin järjestelmiin<sup>2</sup>. Luonnolliset järjestelmät ovat konkreettisia ja ne ovat syntyneet ja kehittyneet ilman ihmisen myötävaikutusta. Luonnollisia järjestelmiä ovat esimerkiksi solut, eliöt ja ekosysteemit, jotka ovat osa elollista luontoa. Luonnollisia järjestelmiä ovat myös elottoman luonnon järjestelmät atomitasolta aurinkokuntiin ja galakseihin asti. Ihmisen synnyttämiä järjestelmiä ovat esimerkiksi tekniset laitteet ja tehdaskompleksit, jotka ovat myös konkreettisia järjestelmiä. Käsitteellisiä ihmisen synnyttämiä järjestelmiä ovat puolestaan esimerkiksi luonnollisia järjestelmiä kuvaavat tieteelliset teoriat ja mallit. Kolmantena systeemisten ilmiöiden kategoriana voidaan pitää sellaisia järjestelmiä, jotka ovat syntyneet ja kehittyneet luonnollisten syiden ja tarkoituksellisen ihmistoiminnan yhteisvaikutuksesta, perustuvat oppimiseen ja informaation välittämiseen kommunikaation avulla, ja ovat myös ainakin osittain ihmisen tietoisesti muokattavissa. Tällaisia järjestelmiä ovat esimerkiksi ihmisyhteisöjen sosiaaliset hierarkiat, taloudelliset järjestelmät ja puhuttu kieli, jonka käsitteiden välittämällä arvoilla ja merkityksillä on kompleksisia takaisinkytkentöjä ihmisyhteisöjen toimintaan ja sosiaaliin rakenteisiin (Bertalanffy 1969, 3–29; Banathy 1997c; Sillitto 2016, 34–38).

Systeeminen ajattelu eroaa kokonaiskuvien tarkastelemisen ensisijaisuutta painottavasta holismista siten, että siinä kiinnitetään kokonaisuuksien lisäksi yhtäläisesti huomiota ilmiöiden ympäristöihin ja osatekijöihin, ja järjestelmien toiminnan ja niissä tapahtuvien muutosten selittämisessä tarkastellaan sekä järjestelmien sisäisiä prosesseja että järjestelmien vuorovaikutusta ympäristöjensä kanssa. Järjestelmien ajatellaan rakentuvan ja saavan emergenttejä ominaisuuksia tällaisten vuorovaikutuksellisten prosessien kautta, ja olevan näin kokonaisuuksina enemmän kuin osiensa summia (Bunge 2003, 40; Mella 2012, v–vi; Mobus ja Kalton 2015, 11; Moti ym. 2016A, vii; 2016b, xi–xiii). Systeeminen ajattelu eroaa oleellisesti myös reduktionistisesta ajattelusta, jossa monimutkaisia ilmiöitä pyritään selittämään palauttamalla niitä yksinkertaisempiin, kokonaisuuksia pyritään selittämään analysoimalla eli purkamalla niitä osiin, ja huomiota kiinnitetään näin paljastuviin kokonaisuuksien yksittäisiin osatekijöihin, staattisiin tilannekuviin ja yhdensuuntaisiin syyseuraussuhteisiin ilmiöiden yksittäisten osatekijöiden välillä (Mella 2012, 21–22; Mobus ja Kalton 2015, 10–11; Moti ym. 2016a). Systeemisessä

---

2 Jaottelu luonnollisiin ja ihmisen tarkoituksellisesti synnyttämiin järjestelmiin ei systeemien tutkimuksen alan kirjallisuudessa viittaa siihen, että ihmisen toiminta olisi ei-luonnollista tai elollisen luonnon ulkopuolelle kuuluvaa. Yleensä sen avulla halutaan erotella ihmisen toiminnasta riippumattomien fysikaalisten prosessien ja luonnonilmiöiden, kuten evoluution myötä kehittyneet järjestelmät ihmiskunnan kulttuurisen ja teknologisen kehityksen osana syntyneistä järjestelmistä, joita ihmiset ovat tarkoitushakuisesti kehittäneet.

ajattelussa reduktionismia ei varsinaisesti torjuta, sillä järjestelmien yksittäisiä osia tarkastelemalla voidaan saada selville paljon niiden olemuksesta ja toiminnasta. Reduktionistista ja analyttistä ajattelua pidetään kuitenkin puutteellisena tapana ymmärtää kokonaisuuksien toimintaa, ja sitä täydennetään syntetisoivalla tai integroivalla eli yhdistelevällä ajattelulla, jossa ilmiöistä luodaan vuorovaikutussuhteita ja prosesseja kuvaavia malleja, joiden avulla saadaan selville, millaisia funktioita järjestelmien eri osilla on. Tätä kautta ilmiöitä voidaan ymmärtää systeemisinä kokonaisuuksina (Bunge 2003, 106–111; Skyttner 2005, 42–43; Mobus ja Kalton 2015, 11, 589, 645; Moti ym. 2016b, xiii).

Tutkimustehtävään vastaamiseksi analysoin ensin pääluvussa 2 systeemien tutkimuksen alalta valikoituun kirjallisuuteen perustuen systeemisyyden olemusta ja järjestelmien ominaispiirteitä, jonka jälkeen tarkastelen keskeisimpiä systeemisyyteen liittyviä metafysisiä kysymyksiä. Pääluvussa 3 esitän tulkintani systeemisyydestä ajattelun viitekehyksenä perustuen siihen, millaista on nykyaikaisen systeemien tutkimuksen alalla harjoitettava systeeminen ajattelu ja millaisia tietoteoreettisia piirteitä siihen liittyy. Hyödynnän tarkastelussani luonnontieteellisten esimerkkien lisäksi ihmisen olemukseen ja toimintaan sekä sosiaalisiin ja kulttuurisiin ilmiöihin liittyviä esimerkkejä, joiden kautta liitän systeemisyyden ajatuksen osaksi filosofisen ihmistutkimuksen kenttää. Koska tavoitteenani on selvittää, miten systeemisyyden soveltuu ajattelun lähtökohtaiseksi näkökulmaksi ja välineeksi, on aiheeni ensisijaisesti ajattelun luonnetta ja menetelmiä koskeva. Tarkastelen systeemistä todellisuuskäsitystä ja sen oikeuttamiseen liittyviä kysymyksiä ottamatta kantaa siihen, onko todellisuus sinänsä olemukseltaan systeeminen vai ei, sillä näkemykseni on, että systeemistä ajattelua voi harjoittaa mielekkäästi myös sitoutumatta systeemiseen todellisuuskäsitykseen tai mihinkään muuhunkaan ontologiseen kantaan. Lopuksi pohdin systeemisen ajattelun viitekehyksen soveltumista tieteellisen ajattelun ja erilaisten filosofisten ongelmien tarkastelemisen lähtökohdaksi, arvioin sitä kriittisesti ja nostan esiin joitakin avoimeksi jääviä kysymyksiä ja mahdollisia jatkotutkimuksen aiheita, joita tästä tarkastelusta nousee.

Aluksi kuitenkin teen katsauksen keskeisimpiin vaiheisiin, joiden kautta systeemien tutkimus ja sen alalla harjoitettava systeeminen ajattelutapa on kehittynyt nykyiseen muotoonsa, ja esittelen tärkeimpiä lähdeaineistona käyttämiäni systeemien tutkimuksen alan teoksia. Perustelen aiheeni valintaa ja merkitystä tämän katsauksen jälkeen, sillä sen kautta se tulee helpommin ymmärrettäväksi etenkin sellaiselle lukijalle, jolle systeemien tutkimus on entuudestaan tuntematon aihepiiri.

## 1.2 Systemisen ajattelun ja systeemien tutkimuksen kehitysvaiheita

Systemisen ajattelun filosofiset juuret ulottuvat pitkälle historiaan, ja se voidaan tulkita osaksi prosessifilosofian perinnettä. Lukuisat ajattelijat antiikin luonnonfilosofeista alkaen ovat tarkastelleet todellisuuden muuttuvaista ja prosessuaalista luonnetta, emergenssiä ja erilaisten ilmiöiden vuorovaikutusta ja kytkeytyneisyyttä. Tällaisia systemiseen ajatteluun olennaisesti kuuluvia aihepiirejä voidaan havaita esimerkiksi Herakleitoksen (n. 535–475 eaa.), Platonin (427–347 eaa.) ja Aristoteleen (384–322 eaa.) ajattelussa (Hammond 2003, 13–14; O’Connor 2021; Seibt 2022). Itämaisessä filosofiassa vastaavia näkemyksiä on korostettu etenkin buddhalaisen ja taolaisen ajattelun perinteissä (Hustwit 2007). Uuden ajan filosofiassa systemistä ajattelutapaa ilmentävät esimerkiksi Gottfried Wilhelm Leibnizin (1646–1716) ja Georg Wilhelm Friedrich Hegelin (1770–1831) filosofiset järjestelmät ja Hegelin dialektinen käsitys maailmassa tapahtuvien muutosten syistä (Bertalanffy 1969, 11; Hammond 2003, 13–14; O’Connor 2021; Seibt 2022). Prosessien, muutosten, tilannetekijöiden ja holistisen lähestymistavan keskeistä sijaa todellisuuden ilmiöiden ja ihmisen toiminnan ymmärtämisen kannalta ovat korostaneet myös useat myöhemmät filosofit, kuten Henri Bergson (1859–1941), Alfred North Whitehead (1861–1947), Jan Christian Smuts (1870–1950) ja amerikkalaiset pragmatistit Charles Sanders Peirce (1839–1914), William James (1842–1910), George Herbert Mead (1863–1931) ja John Dewey (1859–1952), joilla on ollut historiallisesta läheisyydestä johtuen antiikin ja uuden ajan ajattelijointa välittömämpi vaikutus systeemien tutkimuksen uranuurtajien ajatteluun ja systemisen ajattelutavan kehittymiseen (Bertalanffy 1969, 10–13; Hammond 2003, 12–14, 18–19; Hustwit 2007; Mobus ja Kalton 2015, 33). Systemisen ajattelun kehittymiseen vaikuttaneiden ajattelijoiden ja ajattelutapojen kirjo on todellisuudessa tässä esiteltyä huomattavasti laajempi, eikä sitä ole mahdollista esitellä kaikessa laajuudessaan tällaisen tutkielman puitteissa. Kaikissa systemiselle ajattelulle läheisissä ajattelutavoissa ei kuitenkaan välttämättä käsitetä ajattelun kohteita järjestelmiksi tai ylipäätään millään tavalla selkeärajaisiksi kokonaisuuksiksi, eikä niitä välttämättä myöskään tarkastella nykyaikaisen systeemien tutkimuksen alalla vakiintuneen käsitteistön ja menetelmien avulla, joihin oma tarkasteluni rajautuu.

Nykyaikainen systeemien tutkimus on saanut alkunsa 1900-luvun alkupuolella. 1900-luvun ensimmäiset vuosikymmenet olivat maailmansotien, vallankumousten ja kilpavarustelun aikakautta, jota leimasivat tieteen, teknologian ja teollisuuden kiivastahtinen kehitys ja sen mukanaan tuomat ekologiset,

yhteiskunnalliset ja taloudelliset kriisit. Teknisen, taloudellisen ja yhteiskunnallisen kompleksisuuden lisääntyminen johti useat eri alojen tutkijat huomaamaan, ettei vallalla olleen atomistisen, mekanistisen ja reduktionistisen ajattelutavan ja toisistaan etäännyneiden erityistieteiden avulla voitu tyydyttävästi selittää ja ratkaista uusia, aiempaa monimutkaisempia ilmiöitä ja ongelmia (Hammond 2003, 5–11; Skyttner 2005, 35–38). Samaan aikaan luonnontieteelliset edistysaskeleet, kuten kvanttimekaniikan, suhteellisuusteorian ja synteettisen evoluutioteorian keksiminen ja ekologian kehittyminen uutena tieteenalana lisäsivät ymmärrystä todellisuuden kompleksisuudesta ja edistivät tieteellisen ajattelun painopisteen siirtymistä kohti uudenlaista systeemistä ajattelutapaa (Hammond 2003, 77–84; Skyttner 2005, 23–25, 31–32, 35–39; Wade 2021).

Merkittävimpiä nykyaikaisen systeemien tutkimuksen uranuurtajia olivat biologi Ludwig von Bertalanffy (1901–1972) ja taloustieteilijä Kenneth Boulding (1910–1993). Bertalanffy ja Boulding muotoilivat 1950-luvulla ensimmäisinä ja osin toisistaan riippumatta ajatuksen siitä, että todellisuus rakentuu erilaisista isomorfisista eli rakenteellisia yhtäläisyyksiä omaavista järjestelmistä, joita voidaan selittää samoilla yleisillä periaatteilla riippumatta niiden asemasta todellisuuden rakenteessa ja siitä, mille tieteellisen tutkimuksen osa-alueelle tai ilmiökentälle ne kuuluvat (Boulding 1956; Bertalanffy 1969, 12–14; Hammond 2003, 18–20, 103–104, 197; Skyttner 2005, 39). Bertalanffy kehitteli ajatuksiaan 1930-luvulta alkaen tavoitteenaan luoda kaikkia tieteenaloja yhdistävä, systeemisten ilmiöiden yhteisiä piirteitä kuvaava teoria, joka toimisi tieteellisen tutkimuksen ja koulutuksen lähtökohtana ja käsitteellisenä viitekehyksenä. Hän laajensi ajatuksensa biologisista organismeista kehittyvinä ja avoimina järjestelminä koskemaan myös ekologisia ja sosiaalisia järjestelmiä ja kehitti yleisen systeemiteoriansa (*General System Theory*) näiden ajatustensa pohjalta. Bertalanffyn ajatukset saavuttivat pian suosiota ekologian, yhteiskuntatieteiden ja organisaatioiden johtamisen tutkimuksen aloilla, joskin sosiologian alalla ne jäivät Talcott Parsonsin (1902–1979) sosiaalisia järjestelmiä koskevan ajattelun varjoon (Bertalanffy 1969, 10–14, 32–38, 89–90; Hammond 2003, 125; Skyttner 2005, 39–41; Mobus ja Kalton 2015, 33–34).

Toisen maailmansodan jälkeisinä vuosikymmeninä kehittyi suuri joukko erilaisia systeemisen ajattelun kenttää laajentaneita yleisiä ja tieteenalakohtaisia systeemiteorioita ja käytännön sovelluksia, kuten systeemianalyysi ja systeemitekniikka (Skyttner 2005, 40–47; erilaisista systeemiteorioista ks. Hammond 2003, luku 5 ja Skyttner 2005, luku 3). Yhdysvalloissa syntyi myös useita systeemisen ajattelutavan kehittämiseen vaikuttaneita monitieteisiä tutkimushankkeita ja yhteisöjä, joiden tuottamia tietoja ja menetelmiä alettiin hyödyntää



yhteiskuntasuunnittelun apuna, eri teollisuuden aloilla ja sotilaallisten ja strategisten tarkoitusprien edistämiseksi (Hammond 2003, 5–12, 49–53). Merkittävimpiä tällaisia edelleen toimivia tutkimusyhteisöjä ovat vuonna 1954 perustettu *Center for Advanced Study in the Behavioral Sciences* (CASBS) ja vuonna 1956 perustettu *Society for General Systems Research* (SGSR), joka muutti vuonna 1988 nimekseen *International Society for the Systems Sciences* (ISSS). Näissä yhteisöissä on vaikuttanut useita systeemisen ajattelun uranuurtajia, kuten edellä mainitut Bertalanffy ja Boulding, sekä useita vaikutusvaltaisia myöhempien sukupolvien systeemijaattelijoina, kuten Ervin László (1932–), Béla H. Bánáthy (1919–2003) ja Michael C. Jackson (1951–) (Hammond 2003, 5–12, 18–21, 250), joiden valikoituja teoksia ja kirjoituksia hyödynnän tämän tutkielman lähteinä. 1960-luvulta alkaen systeeminen ajattelutapa on herättänyt kiinnostusta myös syväekologista ajattelua korostavassa vastakulttuurisessa liikehdinnässä ja erilaisissa todellisuuden kytkeytyneisyyttä ja kaiken elollisen yhteenkuuluvuutta painottavissa maailmankatsomuksellisissa aatevirtauksissa (Hammond 2003, 12; Capra ja Luisi 2014, 12–15).

Biologit olivat jo 1900-luvun alussa kiinnittäneet huomiota eliöiden ja ekosysteemien sisäiseen itsesäätelyyn, ja kybernetiikan ja informaatioteorian piirissä 1950-luvulla kehitetyt ajatukset teknisten ja sosiaalisten järjestelmien sisäisistä itsesäätelyn mekanismeista ja informaation ja kommunikaation roolista niiden osana toivat ajatukset itsesäätelystä, palautteista ja takaisinkytkennöistä osaksi systeemien tutkimuksen näkökulmien ja menetelmien kirjoa (Hammond 2003, 49–73; Skyttner 2005, 35–47; Mobus ja Kalton 2015, 34–35). Tietotekniikan kehittyminen mahdollisti uudenlaisia matemaattisia ja visuaalisia mallintamisen ja simuloinnin menetelmiä, joiden avulla voitiin tutkia aiempaa tarkemmin erilaisia kompleksisia ilmiöitä, kuten säätä, ilmastoja, evolutiivisia prosesseja ja yhteiskuntien sosiaalisia ja taloudellisia muutoksia. Kaaosteorian kehittäjänä tunnettu meteorologi Edward Lorenz (1917–2008) esitti tietokonesimulaatioidensa perusteella vuonna 1963 ajatuksen kompleksisten järjestelmien epälineaarisuudesta eli siitä, että hyvin pienet muutokset järjestelmissä voivat kertautua merkittävästi ja tehdä niiden toiminnan ennustamisesta lähes mahdotonta (Mobus ja Kalton 2015, 35–36). Kaaos- ja kompleksisuustutkimuksen kehittymisen myötä systeemien tutkimuksessa on alettu kiinnittää enenevässä määrin huomiota epäjärjestykseen, epäsäännöllisyyteen ja sattumanvaraisuuteen sekä niistä nousevaan järjestelmien hallitsemisen vaikeuteen, mutta myös säännönmukaisuuksien tunnistamiseen sattumanvaraisissa ja kaootisissa ilmiöissä, kuten luonnossa havaittavassa itseorganisoitumisessa ja evolutiivisissa prosesseissa. Nykyaikaisessa systeemien tutkimuksessa korostetaan muutosta ja dynaamisuutta todellisuuden ilmiöiden keskeisinä piirteinä.

Maailmassa havaittavia rakenteita ja säännönmukaisuuksia tarkastellaan seurauksina itseorganisoitumisesta, joka saa alkunsa epäjärjestyksestä ja tapahtuu järjestelmien sisäisten dynaamisten prosessien ohjaamana. Järjestelmiä tutkitaan yhteydessä ympäristöihinsä ja niiden katsotaan syntyvän, kehittyvän ja tuhoutuvan tai muuttuvan toiseksi vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa (Skyttner 2005, 44–45; Mobus ja Kalton 2015, 36–40; Jackson 2019, 112–136).

Nykyisen systeemien tutkimuksen kenttä on laaja, ja eri tutkijat jäsentävät sitä osittain toisistaan poikkeavalla tavalla. Béla H. Bánáthy määrittelee sen systeemien ominaisuuksia ja toimintaa koskevaa tietoa tuottavaksi ja soveltamaan pyrkiväksi tutkimusalaksi (Bánáthy 1997b). Bánáthy mukaan systeemien tutkimuksen aloja ovat erilaisten systeemejä tutkivien tieteenalojen tutkimustuloksia käsitteellisesti jäsentävä, kaikille systemisille ilmiöille yhteisiä piirteitä kuvaava yleinen systeemiteoria (*General Systems Theory* tai *General Theory of Systems*), systeemien tutkimiseen soveltuvien menetelmien kehittämiseen tähtäävä systeemimetodologia (*Systems Methodology*), systeemejä koskevaa tietoa hyödyntävien käytännön sovellusten kehittäminen (*Systems Application*) ja systeemifilosofia (*Systems Philosophy*), jonka alalla tutkitaan systeemien ontologiaa ja systeemejä koskevan tiedon mahdollisuuksia ja pyritään systemisen viitekehyksen rakentamiseen ja soveltamiseen filosofisessa ajattelussa (Bánáthy 1997a; 1997b). Tällaisen systeemifilosofian kehittäjänä pidetään Ervin Lászlóa ja alan perusteoksena hänen kirjaansa *Introduction to Systems Philosophy: Toward a New Paradigm of Contemporary Thought* vuodelta 1972 (Centre for Systems Philosophy 2021). George E. Mobus ja Michael C. Kalton puolestaan samastavat systeemien tutkimuksen nykyaikaiseen systeemitieteeseen (*Systems Science*), jonka osa-alueita erilaiset systeemien tutkimuksen menetelmät ja käytännön sovellukset ovat. Mobus ja Kalton viittaavat yleiseen systeemiteoriaan ja erilaisiin systemistä ajattelutapaa hyödyntäviin menetelmiin ja tieteenaloihin systeemitieteen kehittymiseen vaikuttaneina vaiheina ja näkökulmina, joiden keskeiset saavutukset ovat integroituneet osaksi nykyaikaista systeemitiedettä, vaikka ne voivatkin olla samalla osittain erillisiä ja itsenäisiä tutkimusaloja siihen nähden. Systeemitiede on heidän mukaansa eri tieteenaloja taustoittava ja integroiva metatiede, jonka tavoitteena on tunnistaa yhtäläisyyksiä erilaisten ilmiöiden systemisissä piirteissä ja luoda kaikkia systemisiä ilmiöitä selittäviä periaatteita ja malleja (Mobus ja Kalton 2015, 5–17, 32–40). Brian Castellani liittää kaikki edellä eriteltyt systeemien tutkimuksen osa-alueet ja historialliset vaiheet osaksi vielä laajempaa kompleksisuutta tutkivien tieteenalojen kenttää (*Complexity Sciences*), johon hän katsoo kuuluvaksi lukuisia teoreettisia ja soveltavia tieteenaloja ja tutkimustraditioita sekä luonnontieteiden että ihmistieteiden alalta

(Castellani 2018). Tässä tutkielmassa tarkoitan nykyaikaisella systeemien tutkimuksella sellaista tutkimustoiminnan kenttää, johon sisältyy nykyaikaisen systeemitieteen ja siihen integroituneiden ajattelutapojen ja menetelmien lisäksi systeemifilosofia ja systeemiajattelun erilaisten tekniikoiden ja menetelmien kehittäminen. Tällä tavalla rajatulta systeemien tutkimuksen kentältä olen myös valikoinut käyttämäni lähdeaineiston.

### 1.3 Tutkielman lähdeaineisto

Edellä tehdyssä katsauksessa systeemien tutkimuksen ja systeemisen ajattelun kehitysvaiheisiin olen tukeutunut ensisijaisina lähteinäni tieteen historioitsija Debora Hammondin systeemisen ajattelun ja systeemiteorioiden kehitysvaiheita käsittelevään teokseen *The Science of Synthesis: Exploring the Social Implications of General Systems Theory* (2003) ja Lars Skyttnerin samoja teemoja käsittelevään teokseen *General Systems Theory: Problems, Perspectives, Practice* (2005). Olen valinnut Hammondin ja Skyttnerin teokset tutkielmani lähdeaineistoksi, koska ne ovat kattavimpia nykyaikaisia yleisesityksiä erilaisista systeemien tutkimuksen kenttää muovanneista systeemiteorioista. Skyttnerin teoksessa käsitellään lisäksi monipuolisesti systeemisen ajattelun ja systeemien tutkimuksen keskeisiä piirteitä.

Systeemisyyden olemusta ja systeemien ominaispiirteitä koskevissa tutkielmani osioissa hyödynnän Skyttnerin (2005) teoksen lisäksi lähteenäni systeemitieteen perusteita käsittelevää teosta *Principles of Systems Science* (2015), jonka ovat kirjoittaneet systeemitieteilijät George E. Mobus ja Michael C. Kalton. Mobus ja Kalton ovat kirjoittaneet kirjansa johdantoteokseksi ja käsikirjaksi systeemitieteen akatemiseen opiskeluun, ja se on tällä hetkellä ainoa saatavilla oleva systeemitieteen periaatteita ja menetelmiä kokoavasti käsittelevä yleisteos. Mobus ja Kalton käyvät kirjassaan läpi systeemitieteen tärkeimmät kehitysvaiheet ja käsittelevät kattavasti sen erilaisia peruseriaatteita, lähestymistapoja ja menetelmiä. Teoksen painopiste on kompleksisten ja adaptiivisten järjestelmien toiminnan ja mallintamisen tarkastelemisessa, jollaisia suurin osa luonnollisista ja ihmisen toiminnasta riippuvaisista järjestelmistä on. Siinä tarkastellaan myös perusteellisesti systeemisyyden yleisluonnetta sellaisten kaikille järjestelmille yhteisten ominaisuuksien kautta, joita nykyaikaisessa systeemitieteessä on kyetty tunnistamaan ja määrittelemään.

Filosofisia näkökulmia systeemisyyden olemukseen ja systeemiseen ajatteluun tarjoavat Ervin Lászlón kirjoittama systeemien filosofian perusteos *Introduction to Systems Philosophy: Toward a New Paradigm of Contemporary Thought* (1972) ja Mario Bungen systeemisyyttä ja järjestelmien emergenttejä ominaisuuksia käsittelevä tieteenfilosofinen teos *Emergence and Convergence: Qualitative Novelty and the Unity of Knowledge* (2003). Lászlón ja Bungen teosten avulla syvennän kuvaa systeemisyyden olemuksesta ja siihen liittyvistä metafyyysisistä kysymyksistä. Bunge esittelee teoksessaan systemismiksi nimittämänsä tieteenfilosofista kokonaiskäsitystä, jota hän on rakentanut 1970-luvulta asti käsitellessään laajassa tuotannossaan kattavasti erilaisia systeemisyyteen kytkeytyviä metafyyysisiä ja tietoteoreettisia kysymyksiä.

Systeemisen ajattelun tarkastelemisessa tukeudun edellä esiteltyjen lähteiden lisäksi Piero Mellan systeemijattelun erilaisia menetelmiä ja tekniikoita käsittelevään teokseen *Systems Thinking: Intelligence in Action* (2012) ja Michael C. Jacksonin kriittistä systeemijattelua käsittelevään teokseen *Critical Systems Thinking and the Management of Complexity* (2019), jossa käsitellään nykyaikaista systeemijattelua kompleksisten ilmiöiden hallinnan ja johtajuuden näkökulmasta. Keskeisin lähdeaineistoni koostuu suhteellisen uusista yleistöksistä, jotka käsittelevät kokoavasti systeemien tutkimuksen ja systeemijattelun kehitystä, erilaisia suuntauksia ja niitä yhdistäviä piirteitä. Olen valikoinut kyseiset teokset lähdeaineistokseni sillä perusteella, että niiden avulla on mahdollista muodostaa kattava käsitys nykyaikaisen systeemisen ajattelun piirteistä, menetelmistä ja historiallisista kehitysvaiheista tarvitsematta perehtyä erikseen useisiin yksittäisiin systeemijattelijoiden teoksiin ja teorioihin. Täydennän näiden ensisijaisten lähteideni pohjalta muodostuvaa kuvaa systeemisyydestä ja systeemijattelusta kuitenkin joiltain osin myös muiden lähteiden avulla, joista tärkeimpiä ovat tunnettujen systeemijattelijoiden, kuten Ludwig von Bertalanffyn (1969), Kenneth E. Bouldingin (1956) ja Béla H. Bánáthyn (1997a; 1997b) valikoidut kirjoitukset.

## 1.4 Tutkimustehtävän merkitys

Systeemisyyden tutkiminen on ajankohtaista ja perusteltua monestakin syystä. Maailma on muuttunut viime vuosikymmenten aikana taloudellisesti, kulttuurisesti, sosiaalisesti ja teknologisesti huomattavasti aiempaa kompleksisemmaksi, ja samalla tietoisuutemme globaalin elinympäristömme ekologisista haasteista on kasvanut merkittävästi. Päivittäisessä uutisvirrassa ja sosiaalisessa mediassa kohtaamme

informaatiotulva kohdistaa alati kasvavia haasteita kokonaisvaltaisen käsityksen saavuttamiselle ympäröivän todellisuutemme ilmiöistä, ja ristiriidattoman maailmankuvan rakentamisesta on tullut kenties vaikeampaa kuin koskaan aiemmin ihmiskunnan historiassa. Kompleksisuuden ja informaation määrän lisääntyminen tekee myös arkipäiväisten valintojemme vaikutusten ennakoimisesta ja ymmärtämisestä koko ajan vaikeampaa. Nämä haasteet läpäisevät koko yhteiskunnan ja ulottuvat yksityisestä elämänpäästä koulutuksen, talouden ja politiikan alueille asti. Aikakautemme globaalit kriisit, kuten ilmastonmuutos ja luontokato sosiaalisine, poliittisine ja taloudellisine ulottuvuuksineen paljastavat, että olemme vielä suurelta osin kykemättömiä ymmärtämään ja säätelemään maailmamme kompleksisten järjestelmien toimintaa.

Systemiällyn käsitteen kehittäneet Esa Saarinen ja Raimo P. Hämäläinen (2004) määrittelevät systeemiällyn kyvyksi hahmottaa vuorovaikutuksellisia takaisinkytkentöjä sisältäviä kokonaisuuksia ja toimia järkevästi, tarkoituksenmukaisesti ja luovasti monimutkaisissa systeemirakenteissa. Aikuisiän ajattelun kehitystä koskevassa viimeaikaisessa psykologisessa tutkimuksessa on alettu kiinnittämään huomiota tällaisiin systeemisen ajattelun taitoihin osana niin sanottua postformaalia ajattelun kehitysvaihetta ja esitetty, että systeemiajattelun harjoittelu ja erilaisten systeemiteorioiden opiskeleminen voisi edistää postformaalin ajattelukyvyyn kehittymistä (Mononen, Tynjälä ja Kallio 2016, 305–315). Postformaalin ajattelun kehitysvaiheen saavuttanut ihminen ymmärtää erilaisten todellisuutta koskevien subjektiivisten näkökulmien mahdollisuuden, kykenee moninäkökulmaiseen ja erilaisia näkökulmia yhdistelevään integratiiviseen ajatteluun, osaa tarkastella asioita laajoina kokonaisuuksina ja erilaisista teoreettisista viitekehyksistä käsin, ja kykenee ymmärtämään ilmiöiden suhteellisuutta, vuorovaikutteisuutta ja kompleksisuutta (Mononen, Tynjälä ja Kallio 2016, 306–309).

Koulutusjärjestelmässämme aikakautemme haasteisiin ja niistä nouseviin systeemisen ajattelun taitojen kehitystarpeisiin on pyritty vastaamaan painottamalla perusopetuksessa ja lukiokoulutuksessa laaja-alaista, oppiainerajat ylittävää osaamista, monilukutaitoa ja ilmiöpohjaista oppimista (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 20–24, 31–32; Lukion opetussuunnitelman perusteet 2019, 60–65). Näiden yhteydessä perusopetuksen opetussuunnitelmassa viitataan systeemisen ajattelun taitoihin laaja-alaisen osaamisen yhtenä tavoitteena (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 21, 282). Lukion opetussuunnitelman perusteissa ei mainita systeemistä ajattelua, mutta siinä korostetaan monia siihen liittyviä taitoja, kuten kykyä hahmottaa todellisuuden

ilmiöiden kompleksisuutta ja keskinäisriippuvuuksia (Lukion opetussuunnitelman perusteet 2019, 61, 63). Kompleksisten ilmiöiden hahmottamista ja systeemisen ajattelun taitojen oppimista ei kuitenkaan kiinnitetä opetussuunnitelmissa mihinkään ajattelun kehittymistä koskevaan tai systeemien tutkimuksen alalta nousevaan teoreettiseen viitekehykseen, eikä näiden taitojen opettamisen tueksi ehdoteta tai tarjota mitään erityisiä menetelmiä. Opettajankoulutuksesta ja vuosikymmenen mittaiselta opettajauralta saamiini kokemusten valossa katson, että systeemiajattelun menetelmiä tai systeemien tutkimuksen tarjoamia käsitteellisiä välineitä ei juurikaan tunneta eikä sovelleta maassamme koko koulutusjärjestelmää läpäisevällä tasolla. Oppiaine- ja ilmiökohtaisia systeemiä näkökulmia ja selitysmalleja kuitenkin hyödynnetään jonkin verran esimerkiksi erilaisten luonnonilmiöiden ja terveystiedon ja psykologian aihepiirien tarkastelun osana.

Suomalaisen korkeakoulutuksen kentällä systeemien tutkimuksen osa-alueita ja menetelmiä, kuten erilaisia systeemiteorioita, systeemianalyysia ja systeemitekniikkaa tutkitaan ja opetetaan useilla luonnontieteellisillä, yhteiskuntatieteellisillä, matemaattisilla ja teknisillä aloilla. Niiden systeemiset näkökulmat ja sovellukset ovat kuitenkin enimmäkseen tieteenalakohtaisia, eivätkä ne läpäise koko korkeakoulutuksen kenttää osana yleistä tieteellisten menetelmien opetusta. Lähes kaikilla tieteenaloilla tutkitaan jonkinlaisia järjestelmiä ja systeemiä ilmiöitä, ja systeemin käsite on keskeisellä sijalla monissa vallitsevissa tieteellisissä teorioissa. Siihen nähden on huomionarvoista, että länsimaisen akateemisen filosofian kentällä ei ole tehty juurikaan analyysieja systeemisyiden olemuksesta tai esitetty määritelmiä systeemin käsitteestä. Tämä käy ilmi tarkasteltaessa mitä tahansa länsimaisen akateemisen filosofian piirissä julkaistuja metafysiikan tai tieteenfilosofian keskeisiä hakuteoksia tai artikkelitietokantoja. Suomalaisen filosofian kentällä nykyaikainen systeemien tutkimus ja siihen liittyvä systeeminen ajattelu vaikuttaisi olevan melko tuntematonta, mitä pidän yllättävänä systeemien tutkimuksen laajan filosofisen taustan huomioon ottaen. Jos pidetään mahdollisena, että systeemisyiden ja systeemisen ajattelutavan nykyistä laajempi tuntemus voi lisätä ymmärrystämme meitä ympäröivän kompleksisen todellisuuden ilmiöistä ja auttaa meitä toimimaan mielekkäämmin niiden keskellä, on perusteltua, merkityksellistä ja ajankohtaista tarkastella filosofisesti sitä, mistä systeemisydessä on kyse, ja miten se soveltuu ajattelun viitekehykseksi. Tällaista tarkastelua ei käsitykseni mukaan ole suomalaisen filosofian kentällä aiemmin tehty.

## 2 MITÄ SYSTEEMISYYS ON?

### 2.1 Systemisyys kaikkia ilmiöitä koskevana oletuksena

Oletus todellisuuden ja kaikkien sen ilmiöiden systemisyydestä eli järjestelmäluonteesta on yhteinen lähtökohta kaikille systemien tutkimuksen ja systemiajattelun muodoille ja menetelmille. Systemin käsite juontaa juurensa kreikan kielen sanasta "systema" (σύστημα), joka tarkoittaa yhdistelmää, kokoonpanoa tai kokonaisuutta, joka on muodostunut useista osista tai jäsenistä (Liddell ja Scott 1940). Jonkin asian kuvaileminen systemiseksi tarkoittaa, että sillä on ominaisuuksia, jotka tekevät siitä tällaisen useista osista koostuvan systemin eli järjestelmän (Mobus ja Kalton 2015, 1). Kaikkein yleisimmällä tasolla systemisyys tarkoittaa sitä, että todellisuus käsitetään "järjestelmien järjestelmäksi", toisiinsa kytkeytyneiden ja toistensa kanssa vuorovaikutuksessa olevien asioiden ja prosessien verkostoksi, jossa kaikki oliot, ilmiöt ja tapahtumat voidaan nähdä jonkin järjestelmän osina ja itsessään järjestelminä, jotka voivat edelleen koostua useista erilaisista alajärjestelmistä. Koska mikä tahansa asia voidaan käsittää järjestelmänä, joka kuuluu johonkin yläjärjestelmään ja koostuu useista eri tasoista alajärjestelmistä, todellisuus käsitetään systemisesti ajateltuna hierarkkisesti järjestyneeksi kokonaisuudeksi (Boulding 1956; Bertalanffy 1969, 27–29; László 1972, 24–26, 174–180; Bánáthy 1997b; Hammond 2003, 16–18; Skyttner 2005, 49–52, 65–68; Hofkirchner ja Rousseau 2015, xv; Mobus ja Kalton 2015, 10–11, 17–23, 73–75, 81; Moti, Haim ja Sigal 2016a; Jackson 2019, xviii–xix).

Hierarkkista järjestyneisyyttä voidaan havaita kaikilla todellisuuden tasoilla. Suuret asiat rakentuvat useista pienistä asioista, ja kompleksiset asiat yksinkertaisemmista. Esimerkiksi luonnolliset järjestelmät, joilla tarkoitetaan konkreettisia ja ilman ihmisen myötävaikutusta syntyneitä ja kehittyneitä

järjestelmiä, rakentuvat perustavimmalla tasolla alkeishiukkasista ja perusvuorovaikutuksista. Niistä muodostuvat hierarkkisessa järjestyksessä pienemmästä suurempaan ja rakenteensa puolesta yksinkertaisimmasta kompleksisempaan lueteltuna atomit, molekyylit ja yhdisteet, joista voi muodostua sekä elottomia että elollisia olioita, joiden koko ja kompleksisuus ulottuu mikroskooppisista kiteistä galaksijoukkoihin asti ja alkeiselioistä monisoluisiin kasvi- ja eläinkunnan eliöihin saakka. Eliöt voivat edelleen muodostaa laajuudeltaan ja kompleksisuudeltaan eriasteisia populaatioita, ekosysteemejä, yhdyskuntia ja sosiaalisia, kulttuurisia ja käsitteellisiä järjestelmiä.

Järjestelmiä itsessään voidaan luokitella monilla eri perusteilla, esimerkiksi niiden koon, kompleksisuuden asteen, syntyvän tai niissä tapahtuvien prosessien ominaisuuksien mukaan. Eri tieteenaloilla ja systeemien tutkimuksen osa-alueilla suositaan niiden tarkastelun kohteina olevien ilmiöiden luonteeseen perustuen hyvin erilaisia järjestelmien luokittelutapoja, joista kaikkein yleisluonteisimpia ovat jaottelut konkreettisiin ja käsitteellisiin järjestelmiin, elottomiin ja elollisiin järjestelmiin ja luonnollisiin ja ihmisen toiminnasta riippuvaisiin järjestelmiin. Luonnolliset järjestelmät ovat konkreettisia ja ne ovat syntyneet ja kehittyneet ilman ihmisen myötävaikutusta. Luonnollisia järjestelmiä voidaan luokitella yksityiskohtaisemmin esimerkiksi elollisiin ja elottomiin tai fysikaalisiin, kemiallisiin ja biologisiin järjestelmiin. Elollisia järjestelmiä ovat esimerkiksi solut, eliöt ja ekosysteemit, ja elottomien järjestelmien kirjo ulottuu atomitasolta aurinkokuntiin ja galakseihin asti. Ihmisen toiminnasta riippuvaisia järjestelmiä puolestaan voidaan luokitella tarkemmin esimerkiksi sosiaalisiin, teknisiin ja käsitteellisiin järjestelmiin. Teknisiä järjestelmiä ovat esimerkiksi erilaiset laitteet ja tehdaskompleksit, jotka ovat myös konkreettisia järjestelmiä. Käsitteellisiä järjestelmiä ovat puolestaan esimerkiksi luonnollisia järjestelmiä kuvaavat tieteelliset teoriat ja mallit. Sosiaaliset järjestelmät ovat myös ihmisen toiminnasta riippuvaisia, mutta ne ovat syntyneet ja kehittyneet vain osittain tarkoituksellisen ihmistoiminnan seurauksena, ja osittain luonnollisten syiden vaikutuksesta. Ne perustuvat oppimiseen ja informaation välittämiseen kommunikaation avulla, ja ne ovat myös ainakin osittain ihmisen tietoisesti muokattavissa. Tällaisia järjestelmiä ovat esimerkiksi ihmisyhteisöjen sosiaaliset hierarkiat, taloudelliset järjestelmät ja puhuttu kieli, jonka käsitteiden välittämällä arvoilla ja merkityksillä on kompleksisia ja vuorovaikutuksellisia takaisinkytkentöjä ihmisyhteisöjen toimintaan ja sosiaalisiin rakenteisiin (Boulding 1956; Bertalanffy 1969, 3–29; László 1972, 25–32; Banathy 1997c; Bunge 2003, 33–34; Skyttner 2005, 59–68, 118–121, 175–185; Mobus ja Kalton 2015, 20–22; Sillitto 2016, 34–38).



## 2.2 Systeemisyyys ja järjestelmien keskeiset ominaispiirteet

Järjestelmien keskeisistä ominaisuuksista on esitetty systeemien tutkimuksen historiassa lukuisia erilaisia määritelmiä, joita ei niiden runsaudesta ja laajuudesta johtuen ole mahdollista esitellä ja analysoida yksitellen tämän tutkielman puitteissa. Määritelmien suuri määrä ja keskinäiset eroavuudet johtuvat niiden laatijoiden erilaisista tieteellisistä taustoista ja tarkoituseristä, joita varten näitä määritelmiä on kehitetty. Suurin osa niistä koskee jonkin erityistieteenalan tarkastelun kohteita, kuten biologisia, sosiaalisia tai taloudellisia järjestelmiä (ks. esim. Skyttner 2005, luku 3; Jackson 2019, luvut 3–4), mutta yleisten systeemiteorioiden ja kompleksisuustutkimuksen piirissä on pyritty myös kehittämään määritelmiä, jotka pätevät kaikkiin järjestelmiin, tai ainakin suurimpaan osaan niistä (ks. esim. Skyttner 2005, luku 2; Mobus ja Kalton 2015, 73–77; Jackson 2019, luvut 5–7). Erilaisia määritelmiä tarkastelemalla ja vertailemalla voidaan muotoilla seuraavanlainen yhteenveto keskeisimmistä ja systeemien tutkimuksen alalla yleisimmin hyväksytyistä kaikkia järjestelmiä koskevista ominaisuuksista: Järjestelmät ovat toisiinsa kytkeytyneistä osista ja niiden välisistä vuorovaikutus- tai merkityssuhteista muodostuvia rajallisia ja järjestyneitä kokonaisuuksia, jotka ovat vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa rajapintojensa välityksellä. Järjestelmissä tapahtuu sekä sisäisistä että ulkoisista vaikuttimista johtuvia prosesseja, jotka ilmenevät järjestelmissä muutoksina ja osien välisinä vuorovaikutuksina. Järjestelmät omaavat emergentejä ominaisuuksia, jotka muodostuvat niiden osien välisten suhteiden ja sisäisten prosessien kautta, ja joita ei ole millään niiden osilla sellaisinaan, järjestelmän sisäisistä merkitys- tai vuorovaikutussuhteista ja prosesseista irrotettuina. Tällaiset emergentit ominaisuudet ilmenevät vaikutuksina ja toimintoina, joita järjestelmillä on osana ympäristöään ja niitä yläjärjestelmiä, joiden osia ne ovat (Bunge 2003, 27–30; Skyttner 2005, 51–65; Mobus ja Kalton 2015, 18–20, 89–119; Sillitto 2016, 35–37).

Systeemien tutkimuksessa on näiden piirteiden lisäksi tunnistettu monia muita ominaisuuksia, jotka koskevat suurta osaa järjestelmistä, mutta ei kaikkia niistä. Tällaisia ovat esimerkiksi luonnollisten järjestelmien taipumus itseorganisoitumiseen (*auto-organization*), jota ei ilmene ihmisen synnyttämässä teknisissä tai käsitteellisissä järjestelmissä, elollisten järjestelmien kyky itseuusiutumiseen (*autopoiesis*), jota ei ilmene ihmisten synnyttämässä eikä elottomissa luonnollisissa järjestelmissä, ja kompleksisten adaptiivisten järjestelmien (*Complex Adaptive Systems, CAS*) kyky oppimiseen, joka puuttuu kaikilta muun tyyppisiltä järjestelmiltä (Mobus ja Kalton

2015, 28, 39–40, 477–479). Tarkasteluni rajoittuu kuitenkin vain sellaisiin kaikille järjestelmille yhteisiin ominaisuuksiin, joiden avulla voi tarkastella mitä tahansa todellisuuden ilmiötä. Tällaisia kaikille järjestelmille kuuluvia ominaisuuksia ovat siis järjestelmän osien välisistä kytköksistä ja suhteista muodostuva rakenne, raja, joka erottaa järjestelmän sen ympäristöstä, vuorovaikutus ympäristön kanssa, prosessuaalisuus ja emergentit ominaisuudet. Nämä asiat ovat samalla systeemisen ajattelun lähtökohtia ja ilmiöiden systeemisen tutkimisen ja selittämisen näkökulmia.

### **2.2.1 Rakenne, järjestyneisyys ja kytkettyneisyys**

Järjestelmät ovat kokonaisuuksia, joilla on sisäinen rakenne, mikä tarkoittaa sitä, että niiden osat ovat toisiinsa kytkettyneitä ja hierarkkisesti järjestyneitä. Kodinhoitohuoneen lattialla epämääräisessä järjestyksessä lojuvat vaatteet eivät muodosta järjestelmää, vaikka jokainen vaatekappale erikseen voidaankin nähdä järjestelmänä ja osana useita suurempia yläjärjestelmiä. Riittävän kaukaa tarkasteltuna ne voidaan kylläkin nähdä useista osista koostuvana kokonaisuutena, mutta perusteellisempi tarkastelu paljastaa, että niillä ei ole selvää rajaa, mikään ei kytke niitä yhteen, niillä ei ole keskinäisiä vaikutussuhteita, eikä niiden välillä tapahdu prosesseja, mistä johtuen ne on perustellumpaa nähdä joukkona kuin järjestelmänä. Joukot ovat kokonaisuuksia, joiden osat ovat suhteessa toisiinsa ainoastaan avaruudellisen sijaintinsa perusteella, kuten lattialla lojuvat vaatteet, tai viittaussuhteiden muodossa, kuten satunnaiset luku- tai käsitejoukkojen osat. Joukoissa ei myöskään tapahdu sisäisistä vaikuttimista johtuvia prosesseja eikä niillä ole sellaisia emergentejä ominaisuuksia, jotka näkyisivät niiden ympäristöönsä suuntautuvina toimintoina, toisin kuin järjestelmillä. Joukkojen emergentit ominaisuudet, kuten jäsenten lukumäärät ja osien väliset suhteet, voidaan selittää reduktionistisesti niiden yksittäisten osien ominaisuuksilla ja niistä johtuviksi, ja tästä syystä joukkoja voidaan pitää vain osiensa summina. Järjestelmät sen sijaan ovat kokonaisuuksia, jotka ovat enemmän kuin osiensa summia. Ne muodostuvat niiden osien välisistä suhteista ja kytköksistä, ja järjestelmien kaikki osat ovat kytköksissä toisiinsa joko suoraan tai transitiivisesti, eli toistensa välityksellä. Kytökset sitovat järjestelmien osat toisiinsa, pitävät järjestelmät koossa, antavat niille rakenteen, ja mahdollistavat prosessien tapahtumisen niissä (Bunge 2003, 19–20 ; Mobus ja Kalton 2015, 22–24, 96–101).

Järjestelmillä ja niiden osilla on useita erilaisia tapoja kytkeytyä toisiinsa (Mobus ja Kalton 2015, 97). Käsitteelliset järjestelmät ovat verkostoja, joiden osat, kuten kielen käsitteet tai tieteellisen teorian sisältämät väittämät, ovat kytkettyneitä

toisiinsa viittaus- ja merkityssuhteiden välityksellä (Bunge 2003, 20, 42; Skyttner 2005, 61–62; Mobus ja Kalton 2015, 23–24, 119–121, 133, 156–157). Konkreettisten järjestelmien osat puolestaan ovat kyteytyneitä toisiinsa vahvuudeltaan ja vaikutusmekanismeiltaan erilaisten fysikaalisten voimien ja vuorovaikutusten, kuten painovoiman tai sähkömagneettisen vuorovaikutuksen välityksellä, jotka saavat aikaan myös konkreettisten järjestelmien rajojen muodostumisen. Konkreettisten järjestelmien osien väliset kytkökset voivat muodostua myös aineen tai energian kulkeutumisesta osien välillä, kuten esimerkiksi planeettamme ilmaston toiminta ja hiilen kiertokulku osoittavat. Joidenkin kompleksisten konkreettisten järjestelmien, kuten eläinlaumojen tai ihmisryhmiä rajoitavat ja osien väliset kytkökset perustuvat niiden jäsenten toisilleen välittämään informaatioon ja oppimiseen, jotka ovat elolliseen luontoon kuuluville kompleksisille ja adaptiivisille järjestelmille tyypillisiä ominaisuuksia. Informaatio kulkeutuu tällaisten järjestelmien osien välillä tai järjestelmästä toiseen kuitenkin aina jonkinlaisen fysikaalisen vaikutuksen, eli aineen tai energian kulkeutumisen välityksellä. Puheen avulla välitettävä informaatio liikkuu ääniaaltojen muodossa ja tekstin lukemisen tekee mahdolliseksi fotonien kulkeutuminen silmien verkkokalvoille. Tässä mielessä myös informaation välittämiseen perustuvat järjestelmät tarvitsevat fysikaalisia kytketymisen tapoja ollakseen olemassa ja toimiakseen (Bunge 2003, 20, 67–69; Mobus ja Kalton 2015, 23–24, 90–92, 97, 100–108, 117, 248, 290).

Järjestelmien osien väliset kytkökset ovat joko yksisuuntaisia tai kaksisuuntaisia. Yksisuuntaisissa kytköksissä tapahtuu aineen, energian tai informaation kulkeutumista vain yhteen suuntaan, kuten veden virtaamista korkeammalla olevasta vesistöstä lähempänä merenpintaa olevaan vesistöön, tai tiedonvälitystä perinteisen televisiolähetysten välityksellä sen katselijalle. Kaksisuuntaisissa kytköksissä kaksi järjestelmän osaa vaikuttaa toisiinsa vastavuoroisesti. Näin tapahtuu esimerkiksi kahden kappaleen välillä niiden painovoimien vaikuttaessa toisiinsa, tai kahden päivittäin keskenään keskustelevan ihmisen ystävyydessä ja muodostaessa työyhteisönsä sisällä suhteen, joka on tiiviimpi kuin kummallakaan heistä on muihin työyhteisön jäseniin (Mobus ja Kalton 2015, 97–108).

Kahdensuuntaiset kytkennät tai monia järjestelmän osia transitiivisesti yhdistävät kehämäiset kytkennät voivat sisältää vahvistavia tai tasapainottavia takaisinkytkentöjä eli palautekehiä (*feedback loops*). Vahvistavat takaisinkytkennät (*positive feedback loops*) voimistavat järjestelmissä tapahtuvia prosesseja, kuten kasvua tai hajoamista. Esimerkiksi arktisten alueiden lämpenemisestä johtuva Siperian ikiroudan sulaminen ja sen seurauksena ilmakehään vapautuvan metaanin ilmaston

lämpenemistä kiihdyttävä vaikutus toimii planeettamme ilmastojärjestelmässä tällaisena vahvistavana takaisinkytkentänä, joka voimistaa itseään ja kiihdyttää koko järjestelmän toiminnassa tapahtuvaa muutosta. Tasapainottavat takaisinkytkennät (*negative feedback loops*) puolestaan ylläpitävät järjestelmissä vallitsevia olosuhteita joko rajoittamalla järjestelmissä tapahtuvia muutoksia tai palauttamalla järjestelmät niissä toistuvien prosessien lopulla tilaan, jossa ne olivat prosessin alkaessa. Esimerkiksi huoneen lämpötilaa mittaava ja lämpöpatterin tehoa säätävä termostaatti toimii tasapainottavana takaisinkytkentämekanismina suhteessa huoneessa tapahtuviin lämpötilan vaihteluihin. Samoin toimivat erilaiset elollisten olioiden homeostaasia eli sisäistä tasapainotilaa ylläpitävät sisäiset prosessit, kuten ihmisen ruumiinlämmön tai veren glukoosipitoisuuden säätelymekanismit (Mobus ja Kalton 2015, 204–209, 369–374).

Koska kaikki järjestelmien osat ovat joko suoraan tai välillisesti toisiinsa kytkeytyneitä, muutos jossakin järjestelmän osassa saa väistämättä aikaan muutoksia myös muissa sen osissa ja sitä kautta koko järjestelmän rakenteessa. Järjestelmän rakenteen vakaus ja alttius muutoksille riippuu sen osien välisten kytkösten vahvuudesta, vahvistavien ja tasapainottavien takaisinkytkentöjen voimasuhteista ja järjestelmän kompleksisuuden asteesta. Mitä enemmän järjestelmässä on erilaisia hierarkkisia tasoja, osia ja niiden välisiä suhteita ja kytkeytymisen tapoja, sitä enemmän siinä on myös muutoksille ja häiriöille alttiita kohtia (Mobus ja Kalton 2015, 101, 204–209).

### 2.2.2 Raja

Raja erottaa järjestelmän ympäristöstään, tekee siitä yhtenäisen kokonaisuuden ja määrittää ja rajoittaa sen alajärjestelmien toimintaa. Rajalla tapahtuu myös järjestelmän vuorovaikutus sen ympäristön kanssa (Skyttner 2005, 52, 64–65; Mobus ja Kalton 2015, 90, 96, 117; Sillitto 2016, 39).

Luonnolliset järjestelmät ovat konkreettisia, ja niillä on usein aineellinen ja selvästi havaittavissa oleva, ympäristöstä erottuva ja fysikaalisten voimien tai vaikutusten ylläpitämä raja. Planeettojen rajoja ovat niiden pinnat, ja ihmiskehon rajat muodostuvat ihosta. Solujen rajat muodostuvat solukalvoista, jotka rajoittavat solunsisäisten osien ja alajärjestelmien liikkeitä ja prosesseja, ja joiden pinnan välityksellä kaikki niiden vuorovaikutus ympäristönsä kanssa tapahtuu. Myös ihmisen synnyttämällä konkreettisilla järjestelmillä, kuten teknisillä laitteilla tai tehdaskomplekseilla, on selkeät fyysiset pinnat tai avaruudelliset rajat (Mobus ja Kalton 2015, 90–94).

Joidenkin järjestelmien rajat ovat puolestaan vaikeammin hahmotettavissa: ekosysteemien rajoja on etsittävä niihin kuuluvien eliölajien esiintyvyyssalueiden ja vaikutuspiirien tutkimisen kautta, ja sosiaalisten ja kulttuuristen järjestelmien rajoja on hahmoteltava niiden moninaisia aineellisia, kokemuksellisia ja käsitteellisiä vaikutus- ja merkityssuhteita tutkimalla. Tällaisten järjestelmien rajat voivat muodostua aineen sijaan tai lisäksi myös informaatiosta ja olla käsitteellisiä<sup>3</sup> (Mobus ja Kalton 2015, 94–95). Vaikeasti hahmotettavissa olevia sosiaalisten, kulttuuristen ja käsitteellisten järjestelmien rajoja voi tehdä näkyviksi rajapinnan tai käyttöliittymän (*interface*) käsitteen avulla: järjestelmän raja on löydettävissä sieltä, missä sen kanssa ollaan vuorovaikutuksessa (Skyttner 2005, 64–65; Mobus ja Kalton 2015, 94–96). Kohtaamme esimerkiksi kiinalaisen kulttuurin rajat silloin, kun käytämme Kiinassa valmistettua teknologiaa tai pohdimme taolaiseen filosofiaan sisältyviä käsityksiä todellisuuden muutuvalaisesta olemuksesta. Talousjärjestelmän rajapinnalla liikumme puolestaan silloin, kun ostamme kaupasta Kiinassa valmistetun tietokoneen työvälineeksemme. Vaikeasti hahmotettavia kulttuuristen tai käsitteellisten järjestelmien rajoja voi havaita myös silloin, kun niiden sisäpuolella olevat ja tapahtuvat asiat eroavat laadullisesti niiden ulkopuolisista asioista, tai niiden ulkopuolelle ei pääse ja ne rajaavat alajärjestelmiensä toimintaa. Emme voi esimerkiksi muuttaa sukupuoltamme Suomessa tämän tutkielman kirjoittamishetkellä virallisesti ei-binääriseksi eli joksikin muuksi kuin mieheksi tai naiseksi, sillä yhteiskuntamme tämänhetkinen oikeusjärjestelmä ei mahdollista sitä, vaikka voimmekin ajatella tällaista vaihtoehtoa. Sen sijaan emme voi edes kirjoittaa tai keskustella sellaisista asioista, joiden kuvaamiseen käyttämissämme käsitejärjestelmissä ei ole käsitteitä, emmekä ajatella sellaisia asioita, jotka eivät ole ajattelumme eli kognitiivisten kykyjemme muodostaman järjestelmän rajojen sisäpuolella tai sen rakenteiden mukaisia. Esimerkiksi se kaksiarvoisen logiikan varaan rakentuva ajatus, että kaikkeus on joko aina ollut jossain muodossa olemassa ilman alkua, tai sitten se on joskus alkanut syntymällä ei-mistään, ovat kumpikin meille jossain määrin käsittämättömiä tai hämmentäviä ajatuksia, sikäli kuin todellisuuden kuvaileminen tällaisen dikotomian avulla on ylipäänsä mielekästä.

---

3 Tällainen voi herättää kritiikkiä rajan käsitettä kohtaan, sillä sen voi mieltää viittavan jonkinlaiseen konkreettiseen järjestelmien ominaisuuteen. Tällainen haasteellisuus liittyy ennen kaikkea suomen kieleen. Systeemien tutkimuksen alan englanninkielisessä kirjallisuudessa rajan käsitettä vastaa termi "boundary", joka viittaa rajallisuuteen abstraktimmassa merkityksessä kuin konkreettista rajaa tarkoittava sana "border".

### 2.2.3 Vuorovaikutus ympäristön kanssa

Samoin kuin kaikki järjestelmien osat ovat vuorovaikutus- tai merkityssuhteiden kautta kytkeytyneitä toisiinsa, myös kaikki järjestelmät itsessään ovat kytkeytyneitä johonkin ympäristöön ja ovat vuorovaikutuksessa sen kanssa. Järjestelmän ulkoinen ympäristö muodostuu sille rinnakkaisista järjestelmistä ja yläjärjestelmistä joihin se kuuluu osana, ja asiayhteydestä riippuen voidaankin puhua joko järjestelmän vuorovaikutuksesta ympäristönsä kanssa tai sen vuorovaikutuksesta rinnakkaisten järjestelmien tai yläjärjestelmien kanssa. Järjestelmän vuorovaikutus ympäristönsä kanssa on aineen, energian tai informaation kulkeutumista järjestelmään syötteenä (*input*) ja siitä ulos tuotteena (*output*) sen rajapinnan kautta. Elottomat luonnolliset järjestelmät, kuten tähdet ja planeetat, vaikuttavat toisiinsa sähkömagneettisen säteilyn ja painovoiman muodossa. Kaikkien elollisten olioiden täytyy olemassaoloon ylläpitääkseen ottaa ympäristöstään vastaan jossain muodossa olevaa energiaa, ja niiden tuotokset voivat puolestaan olla toisten järjestelmien energian lähteitä. Yläjärjestelmät ovat kokonaisuuksia, joiden rajojen sisäpuolelle niiden osat ja alajärjestelmät kuuluvat. Planeettamme on osa yläjärjestelmäänsä aurinkokuntaa ja aurinkokuntamme on osa omaa yläjärjestelmäänsä Linnunradan galaksia. Ihmiskeho on yläjärjestelmä, jonka alajärjestelmiä ovat esimerkiksi elimet ja kudokset. Ihmisen yläjärjestelmiä puolestaan ovat esimerkiksi ekosysteemit luonnollisina järjestelminä ja sosiaaliset ja kulttuuriset järjestelmät, kuten yhteiskunnat ja kulttuuripiirit. Ylemmän tason järjestelmät rajaavat alajärjestelmien toimintaa ja ne muodostavat rajojensa ja toimintansa kautta ja tarjoamiensa syötteiden muodossa reunaehdoja sille, mitä niiden alajärjestelmissä voi tapahtua (Skyttner 2005, 63–67, 78; Mobus ja Kalton 2015, 96, 102–108, 113, 116–117). Ihmisen toiminta tapahtuu aina fysiologisen, sosiaalisen ja kulttuurisen ympäristön rinnakkaisten järjestelmien ja yläjärjestelmien mahdollistamana ja rajoittamana. Kaiken ihmisen toiminnan edellytyksenä on riittävä syötteiden, kuten energian ja informaation vastaanottaminen ympäristöstä. Ihminen voi vastaanottaa energiaa tai informaatiota ympäristöstään vain kehonsa rajapintojen kautta ja vaikuttaa ympäristöönsä vain käyttämällä kehoansa ja sen mahdollistamia liikkumisen ja kommunikaation tapoja, joiden hyödyntämiseksi tarvitaan ravinnosta saatavaa energiaa. Ihmisen vuorovaikutus toisten ihmisten kanssa eleiden, puheen tai kirjoituksen välityksellä on myös tällaista energiaa vaativaa informaation tuottamista ja vastaanottamista kehon aistijärjestelmien rajapintojen kautta. Ympäristömme luonnolliset yläjärjestelmät kuten maantieteelliset alueet ja niiden ekosysteemit mahdollistavat elämämme ravinnon ja elintilan tarjoamisen muodossa,

mutta rajoittavat samalla yhdessä kehomme sisäisten fysiologisten ominaisuuksien kanssa sitä, missä voimme pysyä elossa ja liikkua ja oleskella. Sosiaaliset ja kulttuuriset yläjärjestelmämme, kuten perheet, paikallisyhteistö ja valtiot instituutioineen puolestaan mahdollistavat esimerkiksi psyykkisen ja kulttuurisen kehityksemme, aineellisen elintasomme ja teknisen edistyksemme. Samalla ne voivat rajoittaa toimintaamme esimerkiksi lakien ja niitä valvovan väkivaltakoneiston harjoittaman fyysisen pakottamisen muodossa. Epäsuorempia sosiaalisten ja kulttuuristen yläjärjestelmien muodostamia rajoitteita ovat esimerkiksi käyttäytymisemme ohjautuminen sosiaalisten normien ja niiden muodostaman ryhmäpaineen välityksellä ja erilaiset kielellisten ja käsitteellisten järjestelmien vaikutukset ajattelumme, joita kuvailin edellisessä alaluvussa rajan käsitteen yhteydessä.

Koska kaikki järjestelmät ovat vuorovaikutuksessa ympäristöjensä kanssa ja vastaanottavat ja luovuttavat ainetta, energiaa tai informaatiota, ne ovat olemukseltaan avoimia järjestelmiä. Ainoan poikkeuksen tähän muodostaa maailmankaikkeus, joka on sekä fysikaalisesti että käsitteellisesti tarkasteltuna suljettu tai eristynyt järjestelmä, sillä kaikkeus sisältää kaikein olemassaolevan, eikä sen ulkopuolella ole mitään. Järjestelmiä voidaan tarkastella kuitenkin myös suljettuina tai ympäristöstään eristettyinä, kuten esimerkiksi fysiikassa on perinteisesti tehty (Bertalanffy 1969, 39–41; Skyttner 2005, 62–63; Mobus ja Kalton 2015, 234–236). Tämä voi olla perusteltua sellaisissa tapauksissa, joissa ympäristön järjestelmään kohdistamat vaikutukset ovat niin hitaita tai vähäisiä, että sen tarkasteleminen suljettuna tai eristettynä järjestelmänä palvelee sen toiminnan selittämistä tai mallintamista tehokkaammin kuin sen tarkasteleminen avoimena järjestelmänä, jollainen se tosiasiallisesti on. Esimerkiksi auton moottoria voidaan ajatella tällaisista käytännöllisistä syistä johtuen muuttumattomana suljettuna järjestelmänä, jonka tuottamaa tehoa ja polttoaineen kulutusta laskettaessa ei ole välttämättä mielekästä ottaa huomioon vuosien käytön siinä aiheuttamaa kulumista ja sen myötä tapahtuvaa tehon heikkenemistä ja polttoaineen kulutuksen lisääntymistä.

#### **2.2.4 Prosessuaalisuus**

Ympäristön kanssa tapahtuva vuorovaikutus ja erilaiset sisäiset vaikutukset saavat järjestelmissä aikaan prosesseja, eli tapahtumasarjoja tai kehityskulkuja (Kielitoimiston sanakirja 2021), jotka ilmenevät järjestelmissä niiden osien välisinä vuorovaikutustapahtumina ja muutoksina, kuten kasvuna, kehityksenä, tai

hajoamisena. Tyypillisesti prosessin käsitteellä viitataan johonkin järjestelmälle ominaiseen toistuvaan toimintoon, kuten Maan vuodenaikojen vaihtumiseen sen kiertäessä Auringon ympäri, tai eliön solun sisällä soluhengityksen osana tapahtuvaan sitruunahappokiertoon. Prosessit voivat olla kuitenkin myös järjestelmän rakenteissa ja toiminnoissa useilla eri aikajäniteillä tapahtuvia dynaamisia muutoksia tai koko järjestelmän elinkaaren mittaisia evolutiivisia kehityskulkuja. Eliöt syntyvät, kasvasvat, vanhenevat ja kuolevat, ja eliölajit kehittyvät, muuttuvat toisiksi ja kuolevat sukupuuttoon. Teknisiä laitteita valmistetaan ja käytetään, ja ne kuluvat ja hajoavat. Kiviaineksillakin on oma elinkaarensa ja geologinen kiertokulkunsa. Tässä mielessä järjestelmät itsessään ovat prosesseja sen lisäksi, että niissä tapahtuu prosesseja (Skyttner 2005, 105–108; Mobus ja Kalton 2015, 22–26, 213–214; Sillitto 2016, 38–39). Prosessuaalisuudessa ilmenee se systeemisyyteen olennaisesti kuuluva piirre, että todellisuus ja sen ilmiöt ovat alati muuttuvia ja kehittyviä.

Yksinkertaisimmat prosessit ovat järjestelmien tai niiden osien liikkeitä ympäristössään tai suhteessa toisiinsa, kuten eläinten käyskentelyä reviirillään tai veden virtaamista vesijohdoissa, ja muutoksia tällaisten tapahtumien nopeudessa tai esiintymistiheydessä. Tällaisten prosessien yhteydessä järjestelmien rakenteissa tai toimintojen olemuksessa ei tapahdu muutoksia. Näitä kompleksisempia prosesseja ovat erilaiset järjestelmien kasvuun liittyvät ilmiöt, kuten veden määrän lisääntyminen vesistössä sateen seurauksena tai väestömäärän muutokset populaatiossa. Tällaisissa prosesseissa myös järjestelmien rakenteissa ja toiminnoissa tapahtuu muutoksia. Kaikkein monimutkaisimpia prosesseja ovat erilaiset kompleksisuuden kasvuun johtavat muutokset järjestelmissä. Tällaisia ovat esimerkiksi eliölajien evolutiiviset prosessit ja oppimisen seurauksena ihmisissä ja muissa eläimissä tapahtuvat adaptiiviset eli ympäristön muutoksiin sopeutumista edistävät toimintatapojen muutokset (Mobus ja Kalton 2015, 219–223).

Ympäristön kanssa tapahtuvaan vuorovaikutukseen liittyvissä prosesseissa järjestelmät vastaanottavat ympäristöstään syötteitä ja muuttavat niitä tuotteiksi erilaisten tapahtumasarjojen kautta. Prosessien tuotokset voivat olla erilaisia järjestelmän suorittamia toimintoja ympäristössään, tai yksinkertaisesti aineen, energian tai informaation kulkeutumista järjestelmästä sen ympäristöön. Kaikenlaiset fysikaaliset prosessit vaativat sitä, että järjestelmä hyödyntää jossain muodossa ympäristöstään syötteenä vastaanottamaansa energiaa. Ainoan poikkeuksen tähän muodostavat järjestelmien hajoamisprosessit, joiden yhteydessä järjestelmät luovuttavat ympäristöönsä enemmän energiaa kuin ne ottavat ympäristöstään vastaan, jolloin järjestelmistä vapautuva energia on lähtöisin niiden



osista ja rakenteista, joihin se on varastoitunut esimerkiksi aineen tai sähköisten varausten muodossa. Käsitteellisissä järjestelmissä tapahtuvat informaation kulkeutumista tai muuttumista sisältävät prosessit, kuten uusien sanojen syntyminen tai käsitteiden merkitysten muuttuminen suhteessa toisiinsa jossakin kielijärjestelmässä ajan kuluessa, voidaan ymmärtää samojen periaatteiden kautta, sillä ne ovat hierarkisesti tarkasteltuina aina jonkin konkreettisen järjestelmän, kuten ihmisyksilön tai yhteisön alajärjestelmiä ja niiden sisällä tapahtuvia prosesseja, jotka vaativat sitä, että kyseinen yläjärjestelmä käyttää energiaa prosessin aikaansaamiseksi. Uusia käsitteitä ei voi syntyä eivätkä sanojen merkitykset voi muuttua, jos ihmiset eivät niitä synnytä ja muuta (Mobus ja Kalton 2015, 226–236, 248–249).

Järjestelmän kompleksisuuden aste määrää sen, kuinka monenlaisia ja monimutkaisia prosesseja järjestelmässä on mahdollista tapahtua (Mobus ja Kalton 2015, 99, 111–113, 169–173). Esimerkiksi veden liikkeet muuttuvat sitä kompleksisemmiksi, mitä epätasaisemmalla ja epäsäännöllisemmällä alustalla se virtaa, ja tietokoneiden suorittamien toimintojen nopeus ja monimutkaisuus riippuu niiden komponenttien ja niiden välisten kytkentöjen kompleksisuuden asteesta. Samoin ihmisyhteisöjen jäsenten määrä ja keskinäisten suhteiden moninaisuus vaikuttaa niissä ilmenevien sosiaalisten ja kulttuuristen ilmiöiden ja kehityskulkujen kompleksisuuteen. Pienissä metsästäjä-keräilijäyhteisöissä ei esimerkiksi ole kehittynyt useita kilpailevia uskonnollisia liikkeitä tai pitkälle edennyttä ammatillista erikoistumista, jotka ovat olleet tyypillisiä ilmiöitä suuremmille ihmisyhteisöille ihmiskunnan historian eri vaiheissa.

## **2.2.5 Emergentit ominaisuudet**

Emergentit ominaisuudet ovat sellaisia järjestelmien ominaisuuksia, joita ei ole millään niiden osilla sellaisinaan, järjestelmän sisäisistä merkitys- tai vuorovaikutusuhteista ja prosesseista irrotettuina. Niissä on laadullisesti jotain uutta ja erilaista suhteessa asioihin, jotka niitä synnyttävät. Emergentit ominaisuudet syntyvät järjestelmien osien välisten suhteiden ja järjestelmissä tapahtuvien prosessien kautta ja ovat niistä riippuvaisia. Ne ilmenevät erilaisina vaikutuksina ja toimintoina, joita järjestelmillä on osana ympäristöään ja niitä yläjärjestelmiä, joiden osia ne ovat. Emergenteissa ominaisuuksissa ilmenee se systeemisyyteen olennaisesti kuuluva piirre, että järjestelmät ovat kokonaisuuksina enemmän kuin osiensa summia (Bunge 2003, 12–15; Mobus ja Kalton 2015, 504–505). Esimerkiksi auto on tekninen järjestelmä, jonka millään yksittäisellä osalla ei sellaisenaan voi ajaa

paikasta toiseen, mutta oikeaan järjestykseen koottuna auton osista muodostuu kokonaisuus, jolla on osien kytkeytymisen ja vuorovaikutuksen synnyttämä emergentti ominaisuus, ajettavuus. Autot puolestaan ovat mahdollistaneet ihmisten ja tavaroiden nopean liikkumisen ja moniin taloudellisiin ja kulttuurisiin järjestelmiin kytkeytyvien kompleksisten logististen järjestelmien syntyminen. Samoin elävä ihminen kykenee suorittamaan toimintoja, joihin mikään ihmiskehon yksittäinen osa ei yksin pysty. Esimerkiksi kyky kommunikoida lajitovereiden kanssa puheen avulla on tällainen emergentti ominaisuus, joka puolestaan on mahdollistanut lukemattomien kompleksisten sosiaalisten ja kulttuuristen ilmiöiden emergoitumisen osana ihmislajin evoluutiota.

Emergenssiä ilmenee luonnollisissa järjestelmissä tyypillisesti uusien rakenteiden ja toimintojen kehittyessä ja kompleksisuuden lisääntyessä niissä itseorganisoidumisen tai evoluution seurauksena. Näin tapahtuu esimerkiksi silloin, kun hiukkasista muodostuu erilaisia molekyylejä ja yhdisteitä, ja niistä edelleen erilaisia rakenteita ja toimintoja omaavia aineellisia kappaleita erilaisten fysikaalisten voimien ja vuorovaikutusten seurauksena. Emergenssi voi johtaa myös kokonaan uusien järjestelmien, kuten tähtien ja planeettojen tai eliölajien ja ekosysteemien syntyminen. Emergenttejä ilmiöitä ja ominaisuuksia tuottavat luonnollisten järjestelmien prosessit vaativat energiaa, ja ne ovat usein ihmisen näkökulmasta hitautensa takia vaikeasti havaittavia (Bunge 2003, 27–30, Mobus ja Kalton 2015, 461–464, 475–476, 479–484, 504–516).

Ihminen voi puolestaan saada tarkoituksellisella toiminnallaan aikaan monenlaisia emergenttejä ilmiöitä niin konkreettisissa kuin käsitteellisissäkin järjestelmissä esimerkiksi kehittämällä uusia yhteiskunnallisia käytänteitä, teknisiä laitteita ja tieteellisiä teorioita. Sosiaalisia ja kulttuurisia järjestelmiä voi syntyä vain elollisissa järjestelmissä, joiden toiminnasta myös niiden emergenttien ominaisuuksien ilmeneminen ja niissä tapahtuvat muutokset riippuvat. Ihmisen toiminnasta riippuvaisten järjestelmien emergentit ominaisuudet eivät siis ole syntyneet itseorganisoidumisen seurauksena, vaan ihmisyksilöiden ja yhteisöjen toiminnan vaikutuksesta (Bunge 2003, 53–55, 62–63, 67–77; Mobus ja Kalton 2015, 516–520).

## 2.3 Systeemisyyteen liittyviä metafysiisiä kysymyksiä

Kysymykset olevaisen olemuksesta ja todellisuutta hallitsevista perimmäisistä periaatteista ovat perinteisesti olleet metafysiikan keskiössä. Samanlaisia kysymyksiä on tarkasteltu alusta pitäen myös systeemien tutkimuksen alalla, jonka yhteys metafysiikkaan on tullut ilmi jo käsiteltäessä tämän tutkielman johdannossa sen historiallisia juuria ja filosofisia taustoja, kuten Hegelin pyrkimyksiä kaikenkattavan todellisuutta kuvaavan luonnonfilosofisen järjestelmän synnyttämiseen. Yksi perinteisimmistä metafysiisistä ongelmista on kysymys siitä, mitä pohjimmiltaan on olemassa ja millaisia olemassaolevat asiat pohjimmiltaan ovat: ovatko ne esimerkiksi olioita, prosesseja, järjestelmiä, vai kenties jotakin muuta. Tähän kytkeytyy edelleen kysymyksiä siitä, millaisia ovat olemassa olevien asioiden, kuten olioiden ja ominaisuuksien tai osien ja kokonaisuuksien keskinäiset suhteet, ja miten tällaisten olioiden tai olevaisen kategorioiden, kuten järjestelmien, relaatioiden, prosessien ja emergenssin todeksi osoittaminen metafysiisessä mielessä tapahtuu. Jos metafysiikan tehtäväksi käsitetään tällaisten todellisuuden perustavimpien periaatteiden ja rakenteiden tutkiminen “objektien, ominaisuuksien ja relaatioiden tasolla”, kuten esimerkiksi Heikki J. Koskinen (2010, 153–154) on esittänyt, voidaan systeemien tutkimusta pitää tavoitteidensa osalta metafysiikalle läheisenä tutkimusalana. Nykymuodossaan systeemien tutkimusta on kuitenkin menetelmiensä ja lähestymistapojensa vuoksi perustellumpaa pitää metafysiikan sijaan jonkinlaisena metatieteenä, jossa etsitään kaikille tieteenaloille soveltuvia todellisuutta ja sen toimintaperiaatteita koskevia yleisiä selityksiä empiirisiä tieteitä ja metafysiisiä kysymyksenasetteluja yhdistelevällä otteella (Bertalanffy 1969, 36–38, 48–51; Mobus ja Kalton 2015, 5, 8–10, 17–20).

Systeemien tutkimuksen alalla kehitetyissä järjestelmiä ja niiden ominaisuuksia kuvailevissa teorioissa ja malleissa esitetään monia todellisuuden perimmäisiä rakenteita ja toimintaperiaatteita koskevia näkemyksiä, joita voidaan ajatella vastauksina joihinkin edellä esitettyihin metafysiisiin kysymyksiin. Tällaisia näkemyksiä ovat esimerkiksi edellisessä luvussa kuvatut käsitykset todellisuuden hierarkkisesta, muuttuvaisesta ja prosessuaalisesta luonteesta, järjestelmien emergenteistä ominaisuuksista ja osien ja kokonaisuuksien suhteista järjestelmissä. Emergenssiä pidetään yleensä selvimpänä todisteena järjestelmien olemassaolon ja systeemisen todellisuuskäsityksen puolesta. Luonnossa on usein vaikeaa tai jopa mahdotonta havaita järjestelmiä sellaisinaan, itsenäisinä ja selkeästi ympäristöstään erottuvina kokonaisuuksina, mutta niiden sijaan on mahdollista tehdä havaintoja

monenlaisista emergenteistä ilmiöistä, prosesseista ja vaikutuksista, joita mikään yksittäinen havaittavissa oleva olio tai ilmiö ei voi yksin tuottaa, ja jotka näin ollen viittaavat järjestelmien ja niissä tapahtuvien prosessien olemassaoloon (Bunge 2003, 12–15, 20; Sillitto 2016, 36–37). Lisäksi systeemistä todellisuuskäsitystä voidaan perustella ilmiöiden kytkeytyneisyyden avulla. On perusteltua kysyä, voiko jokin asia tiedetysti olla olemassa itsenäisesti, riippumatta mistään muusta, ilman itsensä ulkopuolisia syitä tai mitään ajallisia, avaruudellisia tai vuorovaikutuksellisia relaatioita tai kytköksiä. Systeemisesti ajateltuna tällaisia asioita ei vaikuttaisi olevan olemassa, vaan kaikki olemassa oleva esiintyy aina jonkin itseään suuremman järjestelmän osana ja kytkeytyneenä johonkin muuhun olevaan (Mobus ja Kalton 2015, 137–138). Tällaisten näkemysten kannattamisen lisäksi useimmat systeemien tutkijat ovat todellisuuskäsityksenä osalta jonkinlaisen ontologisen ja tietoteoreettisen realismin ja naturalismin kannattajia (esim. László 1972; Bunge 2003; 2006; Hofkirchner ja Rousseau 2015). Systeemien tutkijoiden keskuudessa ajatellaan siis tyypillisesti, että on olemassa ihmisestä riippumaton todellisuus, jonka ilmiöt ovat luonnollisia ja tieteellisesti tutkittavissa olevia, ja joka on olemukseltaan systeeminen, ja että systeemisydessä ei näin ollen ole kyse pelkästään siitä, miten todellisuus meille ihmisille ilmenee. Tällaisen tietoteoreettisen realismin kytkeytymistä systeemisyden ajatukseen ja syitä sen suosimiseen tietoteoreettisen relativismin tai perspektivismen sijaan käsitellään myöhemmin tämän tutkielman luvussa 3.2.

Olevaisen perimmäisten rakenteiden ja kategorioiden, kuten olioiden, ominaisuuksien, prosessien tai järjestelmien todeksi osoittaminen ja emergenssin luonteen selvittäminen ovat esimerkkejä ongelmista, joista käydään jatkuvaa filosofista keskustelua siitä huolimatta, että systeemien tutkimuksen ja monien erityistieteiden aloilla esimerkiksi fysikalismia, järjestelmien olemassaoloa ja emergenssiä joko pidetään riittävän hyvin todeksi osoitettuina, tai ne otetaan annettuina todellisuuden ominaisuuksina. Kuitenkin myös systeemien tutkimuksen alla voidaan pohtia näitä ja monia muita metafyyysisiä ja tieteelliseen selittämiseen liittyviä kysymyksiä, kuten sitä, voidaanko yläjärjestelmien kykyä rajoittaa alajärjestelmien toimintaa selittää alaspäin suuntautuvan kausaation ilmentymänä, vai tulisiko tällainen ilmiö selittää reduktionistisesti ylöspäin suuntautuvan kausaation avulla. Systeemisyteen liittyvien metafyyysisten kysymysten tarkasteleminen tai systeemisen todellisuuskäsityksen todeksi osoittaminen eivät kuitenkaan ole tämän tutkielman varsinaisina aiheina, eikä niitä käsitellä tässä tutkielmassa enempää, sillä systeemistä ajattelua voi harjoittaa myös siitä lähtökohdasta käsin, että todellisuus ilmenee meille systeemisenä, ja että

systemisyyttä, järjestelmiä ja niiden osia kuvaavat käsitteet ovat metodologisia instrumentteja eli apuvälineitä todellisuudessa havaitsemiemme ilmiöiden selittämiseksi. Seuraavaksi etenenkin tarkastelemaan sitä, miten näitä käsitteitä ja systemisyyden avaamia muita näkökulmia hyödynnetään ajattelun välineinä ja menetelminä, ja millaista on niiden varaan rakentuva systeminen ajattelu.

## 3 SYSTEEMISYYS AJATTELUN VIITEKEHYKSENÄ

### 3.1 Systeminen ajattelu

Systemisen ajattelun lähtökohtia, joita voidaan hyödyntää kaikenlaisten ilmiöiden ja ongelmien tarkastelemisessa, ovat ne ominaispiirteet, joita edellisessä pääluvussa todettiin kaikenlaisilla järjestelmillä olevan: järjestelmän osien välisissä suhteissa ja sisäisessä järjestyneisyudessa ilmenevä rakenne, järjestelmää ympäristöstään erottava raja, kytkökset ylä- ja alajärjestelmiin ja vuorovaikutus niistä rakentuvan ulkoisen ja sisäisen ympäristön kanssa, prosessuaalisuus ja emergentit ominaisuudet. Systeminen ajattelu rakentuu näiden kaikkia järjestelmiä koskevien rakenneyhtäläisyyksien varaan. Siinä oletetaan, että kaikissa ilmiöissä on samanlaisia piirteitä, joita voidaan selittää samoilla periaatteilla, ja että paremmin tunnetuista järjestelmistä voidaan tehdä päätelmiä koskien vähemmän tunnettujen järjestelmien ominaisuuksia ja toimintaa. Tällaisen lähestymistavan avulla voidaan tunnistaa aukkoja todellisuuden ilmiöitä koskevissa tiedoissa ja tieteellisissä teorioissa, ja se voi myös auttaa muotoilemaan uusia tutkimuskysymyksiä ja löytämään uusia tutkimuskohteita, kun tarkastelu suunnataan paremmin tunnetuista ja ymmärretyistä ilmiöistä ja järjestelmistä vähemmän tunnettuihin (Boulding 1956; Skyttner 2005, 51–52). Tätä voidaan käyttää lähtökohtana asioiden tarkastelemiselle, kun muistetaan samalla varoa liian pitkälle menevien virheellisten rinnastusten tekemistä, eikä sivuuteta erilaisten järjestelmien yksilöllisiä ominaispiirteitä, joita niillä on kaikille järjestelmille yhteisten piirteiden lisäksi.

Systemisessä ajattelussa todellisuuden ilmiöitä tarkastellaan niissä ympäristöissä ja niiden järjestelmien osina, joissa ne meille ilmenevät. Systeminen ajatteluprosessi voidaan aloittaa tarkastelemalla sitä, millainen järjestelmä tarkastelun kohteena oleva asia on ja miten se sijoittuu hierarkkisesti suhteessa

muihin järjestelmiin: millaisiin yläjärjestelmiin se kuuluu, millaisia ovat sille rinnakkaiset järjestelmät, ja millaisia alajärjestelmiä sillä on (Skyttner 2005 63–68). Järjestelmien rakenteita tutkitaan systeemisesti tarkastelemalla niiden osia ja niiden välisiä kytköksiä. Osien sellaisinaan tarkastelemisen lisäksi huomiota kiinnitetään osien välisiin suhteisiin ja vuorovaikutuksellisiin takaisinkytkentöihin sekä toimintoihin tarkasteltavan järjestelmän toiminnan osana (Bunge 2003, 19–20; Skyttner 2005, 59; Mobus ja Kalton 2015, 22–24, 96–101). Järjestelmien rajoja voidaan tutkia konkreettisin rajapintoina tai niitä voidaan hahmotella tarkastelemalla järjestelmän ja sen ympäristön välistä vuorovaikutusta, jossa tapahtuu energian tai informaation kulkeutumista (Skyttner 2005, 52, 64–65; Mobus ja Kalton 2015, 90, 94–96, 117; Sillitto 2016, 39). Kun tarkastellaan jonkin järjestelmän vuorovaikutusta ympäristönsä kanssa, on ensin hahmoteltava, millaisia rinnakkaisia järjestelmiä sillä on ja millaisiin yläjärjestelmiin se kuuluu. Lisäksi voidaan tarkastella sitä, miten ja millä osillaan se on kytkeytynyt ympäristöönsä, millaisia syötteitä se ottaa vastaan ympäristöstään, ja mitä se tuottaa ympäristöönsä. Tätä kautta käy yleensä ilmi myös se, millaisia toimintoja tarkasteltavalla järjestelmällä on niissä yläjärjestelmissä, joiden osa se on. Järjestelmän ympäristön tutkiminen on välttämätöntä sen toiminnan ymmärtämiseksi, sillä mikään järjestelmä ei toimi pelkästään oman sisäisen rakenteensa ohjaamana, vaan ylemmän tason järjestelmät muodostavat aina reunaehdoja sille, mitä niiden alajärjestelmissä voi tapahtua (Skyttner 2005, 63–65; Mobus ja Kalton 2015, 96, 105–108, 113–117). Prosessuaalisuutta tutkittaessa tarkastellaan sitä, millaisia toistuvia toimintoja järjestelmällä on, ja sitä, miten ne syntyvät ja muuttuvat ajan kuluessa. Järjestelmien emergenttien ominaisuuksien tarkasteleminen tapahtuu tutkimalla niiden ympäristöönsä tuottamia syötteitä ja erilaisia vaikutuksia ja ilmiöitä, joita niiden toiminta saa aikaan ympäristössään (Mobus ja Kalton 2015, 22–23, 213–214, 226–227, 504–505, 507; Sillitto 2016, 38–39).

Tällä tavalla systeemisesti tarkasteltuna ihminen voidaan nähdä useista erilaisista biologisista alajärjestelmistä, kuten elimistä ja suolistobakteeriensa populaatioista rakentuvana luonnollisena järjestelmänä, joka kuuluu useisiin eritasoisiin luonnollisiin, sosiaalisiin ja kulttuurisiin yläjärjestelmiin, kuten paikalliseen elinympäristöönsä ja planeettamme laajuiseen ekosysteemiin, ympäröivään yhteiskuntaan, paikallisyhteisöönsä ja sukuunsa. Ihmisille rinnakkaisia järjestelmiä ovat toiset ihmiset, joiden kanssa tapahtuvan vuorovaikutuksen kautta erilaiset sosiaaliset ja kulttuuriset järjestelmät rakentuvat. Ihmisen rakennetta systeemisesti tarkasteltaessa huomion kohteena ovat kehon erilaiset osat ja alajärjestelmät, kuten solut, kudokset ja elimet, samoin kuin ihmisen psyykkiset rakenteet ja toiminnot, kuten ajatustoiminnot ja tunnereaktiot. Systeemisessä

ajattelussa pyrkimyksenä on ymmärtää näiden keskinäisiä kytkeytyneisyyden tapoja, vuorovaikutusmekanismeja ja toimintoja kokonaisen ihmisjärjestelmän osina. Ihmisen konkreettisia rajoja ovat ihon ympäröivät kehon ääreisosat ja niiden aistinelimet, joiden kautta vuorovaikutamme fysiologisen ympäristömme kanssa. Ihmisen kommunikatiiviset kyvyt ja niihin liittyvät toiminnot, kuten elehtiminen, puhuminen ja kirjoittaminen puolestaan ilmentävät rajapintojamme suhteessa sosiaaliseen ja kulttuuriseen ympäristöömme.

Ihmisen ympäristö muodostuu luonnollisista yläjärjestelmistä, kuten fysiologisesta elinympäristöstä ja erilaisista lajitovereiden kanssa muodostetuista yhteisöistä. Ihmisille rinnakkaisia järjestelmiä ovat toiset ihmiset. Lisäksi ihmisen ympäristöön kuuluu monenlaisia sosiaalisia ja kulttuurisia yläjärjestelmiä, jotka syntyvät ihmisyhteisöissä tapahtuvien vuorovaikutusprosessien tuottamina emergentteinä ilmiöinä. Ihminen on kytkeytynyt ympäristöönsä kehonsa eri osien välityksellä ja ottaa ympäristönsä luonnollisista järjestelmistä vastaan monenlaisia fysiologisia syötteitä, kuten ravintoa ja erilaisia ärsykejä, jotka vastaanotetaan aistinelimien avulla ja yhdistellään ja tulkitaan keskushermoston prosessien kautta erilaisiksi aistimuksiksi. Aistimuksista rakentuu ihmisen psyykkisten toimintojen tasolla havaintoja ja kokemuksia, jotka ovat ajattelun ja lajitovereiden kanssa tapahtuvan kommunikaation tasolla tarkasteltuna informaatiota. Ihmisen vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa tapahtuu fysiologisten toimintojen ja vaikutusten lisäksi informaation muodossa olevien tuotteiden synnyttämistä ja syötteiden vastaanottamista, jotka ovat samalla fysikaalisessa muodossa tapahtuvaa aineen tai energian kulkeutumista luonnollisten järjestelmien tasolla eli ihmisyksilöiden välillä ja ihmisyhteisöjen sisällä. Ihmisen ympäristöönsä tuottamissa vaikutuksissa ilmenee se, millainen on hänen roolinsa ja funktionsa niissä sosiaalisissa ja kulttuurisissa järjestelmissä, joihin hän kuuluu. Esimerkiksi kirvesmiehen rakentama talo ja opettajan opastamisen myötävaikutuksella tapahtuva oppilaan taitojen kehittyminen ovat tällaisia ympäristöön kohdistuvia tuotoksia, jotka ilmentävät ihmisten erilaisia rooleja ja systeemiä funktioita erilaisissa konkreettisissa, sosiaalisissa ja kulttuurisissa järjestelmissä.

Prosessuaalisuus ilmenee ihmisessä sisäisten toimintojen ja ympäristöön suuntautuvan toiminnan lisäksi siinä, että ihmisessä tapahtuu elämän eri vaiheissa monenlaisia muutoksia biologisten ja psyykkisten ominaisuuksien ja toimintojen tasolla. Myös ihmisen ja hänen fysiologisen, sosiaalisen ja kulttuurisen ympäristönsä välisissä suhteissa ja kytköksissä tapahtuu muutoksia koko ihmisen elämän ajan. Ihmisen psyykkisiä toimintoja ja käyttäytymistä voidaan tarkastella prosessien lisäksi myös ihmisessä tapahtuvien prosessien synnyttämien emergentteinä ilmiöinä,



joita ilmenee ihmisen ollessa vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa, ja joita yksikään ihmisen yksittäinen osa tai alajärjestelmä ei voi tuottaa yksin tai ympäristönsä kanssa tapahtuvasta vuorovaikutuksesta irrotettuna. Ihmisen mieltä ja psyykkisiä toimintoja, joista mieli muodostuu, voidaan kuitenkin tarkastella myös itsessään järjestelminä ja luonnollisen järjestelmän, ihmisolennon, rakenteeseen kuuluvina osina ja alajärjestelminä. Tällaisessa ajattelussa on kuitenkin tärkeää pidättäytyä reduktionistisesta mielen tapahtumien selittämisestä puhtaasti ihmiskehon fysiologisissa alajärjestelmissä havaittavien lainalaisuuksien kautta ja varottava kategoriavirheitä, joissa sekoitetaan järjestelmien hierarkiassa eri tasoilla päteviä selityksiä keskenään. Vaikka eritasoisten järjestelmien välillä ajatellaankin olevan rakenneyhtäläisyyksiä, luonnollisten järjestelmien toimintaa selittävillä fysiologisilla syillä ei systeemisesti ajateltuna ole mahdollista selittää tyhjentävästi ihmisen psyykkisiä toimintoja, kuten motiivien ja ajatusten syntymistä ja niiden vaikutuksia ihmisen käyttäytymiseen erilaisissa tilanteissa, sillä niihin vaikuttavat aina myös ihmisen ympäristön osana olevat toiset ihmiset, sosiaalisten ja kulttuuristen järjestelmien muodostamat reunaehdot ja näistä järjestelmistä vastaanotettavat syötteet. Ihmisen psyykkiset toiminnot ja käyttäytyminen eivät siis ole systeemisesti ajateltuna esimerkiksi aivofysiologisiin selityksiin redusoitavissa olevia luonnonilmiöitä tai kehosta erotettavissa olevan mielen itsenäisiä toimintoja tai vapaan tahdon ilmauksia. Ne ovat kokonaisen ihmisjärjestelmän suorittamia prosesseja, jotka emergoivat ihmisen ollessa vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa kehollisena ja mielellisenä adaptiivisena kokonaisuutena. Näin ajateltuna ihminen näyttäytyy biologisena, psyykkisenä, sosiaalisena ja kulttuurisena olentona, jollaisena ihmistä tarkastellaan nykyisin esimerkiksi psykologiatieteen alalla. Filosofisessa kontekstissa tällainen ihmisen olemuksen systeeminen tarkastelu voi tarjota yhden näkökulman esimerkiksi tietoisuutta ja kartesiolaista mieli-ruumisongelmaa koskeviin mielenfilosofisiin keskusteluihin.

### **3.2 Systemisyyden hahmottamisen esteitä**

Arkisissa tavoissamme ajatella ja jäsentää kokemuksiamme on monenlaisia systemisyyden hahmottamisen esteitä. Olemme taipuvaisia näkemään asiat toisistaan erillisinä ja usein myös muuttumattomina olioina, kuten kivenä, puuna ja pöytinä, joiden ääressä työskentelemme ja tuoleina, joilla istumme. Emme todennäköisesti tule ensimmäisenä ajatelleeksi näkemiämme kiviä hitaina

prosesseina, maan pinnalla erillisinä kasvavia puita saman, maan pinnan alla yhtenäisen juurakon omaavan kasvin osina, tai tuoleja ja pöytiä niiden sosiaalisten ja kulttuuristen järjestelmien osina, joiden piirissä ne on keksitty ja valmistettu ja joissa niitä käytetään.

Järjestelmien ja prosessien ominaisuudet, kuten nopeus tai laajuus, jotka poikkeavat liikaa itsellemme luontaisista kokemisen tavoista, ovat usein esteitä systeemisyyden havaitsemiselle erilaisissa ilmiöissä (Mella 2012, 29–34). Emme esimerkiksi ole kokeneet lapsena kasvavamme pituutta, koska siihen liittyvät muutokset ovat liian hitaita havaittaviksi reaaliaikaisesti omien kokemustemme aikajänteellä. Voimme kuitenkin havaita kasvumme, samoin kuin monien muidenkin ominaisuuksien muutoksia itsessämme ja toisissamme vertailemalla nykyhetkeä menneisyyteen, ja sitä kautta voimme oppia ymmärtämään elämäämme ja olemassaoloamme prosessina ja systeemisinä ilmiönä. Muutosten hitaudesta johtuvaan havaitsemisen ja mittaamisen vaikeuteen törmäämme etenkin kosmisen, geologisen tai elämän kehittymistä koskevan mittakaavan ilmiöiden tarkastelemisessa, joiden systeemisyyden ja prosessuaalisuuden suhteen luonnontieteiden kehitys on laajentanut ymmärrystämme merkittävästi vasta viime vuosisatojen aikana.

Myös prosessien nopeus voi hankaloittaa niiden havaitsemista (Mella 2012, 30–31). Saatamme havaita omien kokemustapojemme tasolla vain jonkin järjestelmän alkutilanteen ja heti sen jälkeen siinä tapahtuneen prosessin lopputuloksen. Itse prosessin havaitseminen, mittaaminen ja ymmärtäminen vaatii avukseen sitä varten kehitettyjä tutkimusmenetelmiä, koeasetelmia ja teknologisia apuvälineitä, ja niiden tuottamien tulosten tulkitsemisen mahdollistavaa teoreettista ja käsitteellistä viitekehystä. Tällaisiin prosessien nopeudesta johtuviin haasteisiin törmätään tarkasteltaessa esimerkiksi kvanttifysiikan ilmiöitä tai ihmisen hermoston toimintaa solujen ja molekyylien tasolla. Järjestelmien avaruudellinen tai maantieteellinen laajuus ja useiden osien kautta rakentunut välillinen kytkeytyneisyys voivat puolestaan vaikeuttaa esimerkiksi ekosysteemien toimintaan ja ilmastonmuutokseen liittyvien ilmiöiden systeemistä ymmärtämistä (Mella 2012, 31–32).

Asioiden näkeminen yksittäisinä ja toisistaan irrallisina on luonteeltaan atomistista ja reduktionistista. Reduktionistinen ajattelu tarjoaa todellisuuden ilmiöistä yksinkertaistuksia, jotka voivat olla arkisen ajattelun ja toiminnan tasolla tehokkaita tai käytännöllisiä. Reduktionistisessa ajattelussa monimutkaisia ilmiöitä pyritään selittämään palauttamalla niitä yksinkertaisempiin ja kokonaisuuksia pyritään selittämään analysoimalla eli purkamalla niitä osiin. Huomio kiinnittyy näin paljastuviin ilmiöiden yksittäisiin osatekijöihin, staattisiin tilannekuviin ja

yhdensuuntaisiin syyseuraussuhteisiin ilmiöiden eri osatekijöiden välillä (Mella 2012, 21–22; Mobus ja Kalton 2015, 10–11; Moti ym. 2016a). Reduktionistinen ja analyttinen ajattelu voi ilmiöitä yksinkertaistavasta luonteestaan huolimatta toimia systeemisen ajattelun yhtenä vaiheena, sillä järjestelmien yksittäisiä osia tarkastelemalla voidaan saada paljon tietoa järjestelmien rakenteista ja alajärjestelmistä (Skyttner 2006, 34). Reduktionistisen ja analyttisen ajattelun rajoittuneisuus käy kuitenkin nopeasti ilmi kun tarkastellaan systeemiä ajatteluun vaativien ilmiöiden ja ongelmien luonnetta. Järjestelmien tuottamia emergentejä ilmiöitä ei ensinnäkään voi nähdä tarkastelemalla pelkästään järjestelmien yksittäisiä osia. Toiseksi järjestelmät ovat luonteeltaan dynaamisia, eikä järjestelmissä tapahtuvia prosesseja voi todellisuudessa pysäyttää tarkastelemista varten. Staattiset tilannekuvat ja järjestelmien yksittäisten osien tarkasteleminen eivät siksi juurikaan auta ymmärtämään järjestelmissä tapahtuvia muutoksia ja prosesseja.

Systeemisessä ajattelussa reduktionistista ja analyttista ajattelua täydennetään syntetisoivalla tai integroivalla eli yhdistelevällä ajattelulla, jossa luodaan järjestelmien osien välisiä vuorovaikutussuhteita ja järjestelmissä tapahtuvia prosesseja kuvaavia malleja, joiden avulla saadaan selville, millaisia funktioita järjestelmien eri osilla on. Syntetisoiva ajattelu ei kuitenkaan tuota tarkkaa tietoa järjestelmien yksittäisten osien ominaisuuksista, ja siksi myös reduktionistisella ja analyttisellä ajattelulla on paikkansa systeemisen ajattelun osana. Analysoivan ja syntetisoivan ajattelun yhdistämisen avulla ilmiöitä voidaan ymmärtää systeemisinä kokonaisuuksina (Bunge 2003, 34, 106–111; Skyttner 2005, 42–43; Mobus ja Kalton 2015, 11, 589, 645; Moti ym. 2016b, xiii). Kokonaiskuvien tarkastelemisen ensisijaisuutta painottavasta holismista systeemisen ajattelu eroaa siten, että siinä kiinnitetään kokonaisuuksien lisäksi yhtäläisesti huomiota ilmiöiden ympäristöihin ja osatekijöihin, ja järjestelmien toiminnan ja niissä tapahtuvien muutosten selittämässä tarkastellaan sekä järjestelmien sisäisiä prosesseja että järjestelmien vuorovaikutusta ympäristöjensä kanssa (Bunge 2003, 40; Mella 2012, v–vi; Mobus ja Kalton 2015, 11; Moti ym. 2016A, vii; 2016b, xi–xiii).

Kriittisen systemiajattelun kehittäjä Michael C. Jackson (1951–) on huomauttanut, että monet systeemiset ongelmat ovat luonteeltaan hankalia tai "pirullisia" (*wicked problems*). Hankalille systeemille ilmiöille ja ongelmille on Jacksonin mukaan luonteenomaista, että ne ovat kompleksisia, yksilöllisiä ja ainutkertaisia monien rakenteidensa ja taustatekijöidensä osalta, ja niillä on useita toisiinsa keskinäisesti ja vuorovaikutuksellisesti kytkeytyneitä syitä ja vaikutuksia. Jackson ehdottaa hankalien systeemisten ilmiöiden ja ongelmien tarkastelemisen lähtökohdaksi kehittämäänsä kriittistä systemiajattelua. Se on menetelmien,

näkökulmien ja paradigmojen suhteen pluralistista, ja siinä korostetaan tietoisuutta todellisuuden ilmiöiden kompleksisuudesta ja hahmottamisen ja hallitsemisen vaikeudesta. Kriittisessä systeemiajattelussa pyritään aluksi ymmärtämään sitä, millaisen järjestelmän kanssa ollaan tekemisissä, jonka jälkeen sitä voidaan ryhtyä tarkastelemaan valikoimalla juuri kyseisen järjestelmän ominaisuuksiin soveltuvia systeemiajattelun tekniikoita laajasta kirjosta erilaisia menetelmiä, joita systeemiajattelun ja systeemien tutkimuksen kentällä on sen historian saatossa kehitetty<sup>4</sup>. Jacksonin mukaan systeemiajattelun erilaiset menetelmät ja tekniikat soveltuvat kompleksisuudeltaan ja asiayhteyksiltään eri tasoisten ilmiöiden tarkastelemiseen, mallintamiseen ja säätelyyn, ja niitä tulee soveltaa ja yhdistellä ilmiö- ja tilannekohtaisesti niiden vahvuudet ja rajoitteet tiedostaen (Bánáthy 1997b; Jackson 2019, xviii–xx).

Hankalille systeemisille ilmiöille ja ongelmille on ominaista, että kaikenlaiset ratkaisuyritykset ja joskus jopa pelkkä tutkiminen ja mittaaminen voivat vaikuttaa niihin ja muuttaa niiden rakennetta ja toimintaa, jolloin niistä voi olla vaikeaa oppia yrityksen ja erehdyksen kautta. Kaikenlaisella puuttumisella systeemisten ilmiöiden toimintaan voi lisäksi olla kauaskantoisia ja kumuloituvia seurauksia, eikä siksi aina ole lainkaan selvää, että jokin systeeminen ongelma on ymmärretty tai saatu ratkaistua tyydyttävällä tavalla (Jackson 2019, xviii–xix). Tällainen haasteellisuus tulee hyvin esille esimerkiksi maailmantalouteen tai ilmastonmuutokseen liittyvien ongelmien yhteydessä, joiden osana ja keskellä ihminen itse elää samalla tutkiessaan niitä ja pyrkiessään vaikuttamaan niihin. Tällaisissa ilmiöissä tutkija on niin sanotusti järjestelmän sisäinen tarkkailija, eli vuorovaikutuksessa tarkastelemaansa ilmiön kanssa ja osa sitä järjestelmää, jota hän tutkii. Järjestelmän sisäinen tarkkailija vaikuttaa olemassaolollaan ja toiminnallaan tarkastelemaansa järjestelmään, eikä voi pysäyttää sitä tai siirtyä sen ulkopuolelle saavuttaakseen täysin objektiivista näkemystä sen olemuksesta ja toiminnasta. Kriittiseen systeemiajatteluun kuuluu tietoisuus ihmisen asemasta järjestelmän sisäisenä tarkkailijana tutkimien ilmiöiden suhteen, ja ymmärrys erilaisista objektiivisen tiedon saavuttamisen haasteista, joita siitä seuraa (Mobus ja Kalton 2015, 79–81; Jackson 2019, xviii–xix). Näihin haasteisiin ja muihin systeemiseen ajatteluun liittyviin tietoteoreettisiin kysymyksiin paneudutaan seuraavassa luvussa.

---

<sup>4</sup> Systeemiajattelun menetelmien kirjo on niin laaja, ettei siihen ole mahdollista tehdä kattavaa katsausta tämän tutkielman puitteissa, ja siksi olen rajannut tarkasteluni koskemaan vain kaikkein yleisimpiä systeemisen ajattelutavan lähtökohtia. Halutessaan nykyaikaisen systeemiajattelun erilaisista menetelmistä saa kattavan kuvan Michael C. Jacksonin (2019, pääluku III), George E. Mobusin ja Michael C. Kaltonin (2015, pääluku V), Piero Mellan (2012) ja Lars Skyttnerin (2005, luvut 7–11) teosten perusteella.

### 3.3 Systemisen ajattelun tietoteoreettinen perusta

Systemistä ajattelua pyritään yleensä tekemään ymmärrettäväksi perustuen siihen tämän tutkielman edellisessä pääluvussa kuvailtuun näkemykseen, että todellisuus on olemukseltaan systeminen. Systemisen ajattelun luonnetta ja perustelua voidaan kuitenkin tarkastella myös tietoteoreettisen perspektiivismin (Jacoby 2022) näkökulmasta käsin, ottamatta kantaa siihen, millainen kokemuksistamme riippumaton todellisuus itsessään on. Vaikka systemisen todellisuuskäsityksen todeksi osoittaminen ja siihen liittyvän todistustaakan täyttäminen ei olekaan tämän tutkielman aiheena, tarkastelen systemistä ajattelua lopuksi myös systemiseen todellisuuskäsitykseen ja ontologiseen ja tietoteoreettiseen realismiin kytkeytyneenä.

Systemisen ajattelun mielekkyyttä ja tietoteoreettisia perusteita tarkasteltaessa voidaan siis skeptisismien hengessä pidättäytyä ottamasta kantaa siihen, millainen todellisuus havainnoistamme ja kokemuksistamme riippumatta itsessään on. Sen sijaan voidaan lähteä liikkeelle siitä, miten asiat meille ilmenevät, ja pohtia, millaisia näkökulmia systemisyyden ajatus voi niiden tarkastelemiseen tarjota. Ajattelemisen tapahtuu aina jonkin kokemuksellisen ja käsitteellisen viitekehyksen sisällä ja ehdoilla. Tällaisia viitekehyksiä voivat olla esimerkiksi kunkin yksilön omaksuma kieli ja sen käsitteiden kautta rakentuva merkitystodellisuus, yksilöllisten elämäkokemusten ja ympäröivän historiallis-kulttuurisen kontekstin kautta rakentunut henkilökohtainen maailmankuva, jonkin ilmiön selittämisessä hyödynnettävä tieteellinen teoria, tai jotakin tieteenalaa tai koko tiedeyhteisön toimintaa ohjaava paradigma eli käsitteellinen viitekehys (Bertalanffy 1969, 222–227, 232–238; Capra ja Luisi 2014, 81–82; Mubus ja Kalton 2015, 84–89). Ajattelun sitominen johonkin viitekehykseen on välttämätöntä, jotta ilmiöitä ja kokemuksia on ylipäänsä mahdollista käsitteellistää ja tuoda yhteismitallisen keskustelun piiriin. Samalla se on kuitenkin aina ilmiöistä saatujen havaintojen ja kokemusten tulkitsemista valitun viitekehyksen ehdoilla, ja todellisuuden jonkinasteista pakottamista kyseisen viitekehyksen tarjoamiin käsitteellisiin jäsentelyihin ja kategorioihin. On myös mahdollista, että asetamme kokemuksiamme tulkitessamme ja käsitteellistäessämme todellisuuteen asioita, joita siinä itsessään ei välttämättä ole, kuten voi tapahtua vaikkapa tulkitessamme uskonnollisen maailmankuvan viitekehyksestä käsin uniamme enteiksi tai voimakkaita tunnekokemuksiamme ylikuonnollisten voimien aiheuttamiksi. Erilaiset viitekehykset tarjoavat erilaisia näkökulmia todellisuuden ilmiöihin ja avaavat erilaisia mahdollisuuksia tutkia ja selittää niitä. Kykyä hyödyntää useita erilaisia viitekehyksiä ajattelun osana voidaan

pitää yhtenä ajattelun taitona monien muiden taitojen ohella. Monet asiat ilmenevät meille toisiinsa kytkeytyneinä ja vuorovaikutteisina, ja voimme havaita ympärillämme prosesseja ja emergenttejä ilmiöitä. Systemisyys tarjoaa niiden tarkastelemiseen omanlaisensa, atomistisesta ja reduktionistisesta, mutta toisaalta myös holistisesta ajattelusta poikkeavan näkökulman, ja siksi systeemisyttä voidaan pitää mielekkäänä ajattelun viitekehystenä vaikka ei omaksuttaisikaan systeemistä käsitystä todellisuuden itsensä olemuksesta.

Systemisen ajattelun mielekkyyttä voi lähestyä myös sen käytännöllisen toimivuuden kannalta. Pragmatistisen filosofian perinteessä on esitetty, että todellisuuden tutkiminen ja tiedon muodostaminen sen ilmiöistä on ihmisen tapaa pyrkiä selviytymään ympäristössään, ja että totuudenmukaiset uskomukset ilmenevät ihmisen kykyinä toimia menestyksekkäästi todellisuuden osana. Tieto ja tieteelliset teoriat voidaan näin käsittää välineiksi, joiden avulla voimme jäsentää ja käsitellä todellisuudesta saamiamme kokemuksia (Pihlström 2014). Pragmatistisen totuuskäsityksen pohjalta ei ole perusteita olettaa, että nykyiset käsityksemme todellisuudesta olisivat täysin virheellisiä, koska silloin emme kykenisi toimimaan niiden pohjalta menestyksekkäästi todellisuuden osana. Systemistä ajattelun viitekehystä voidaan tällaiseen näkemykseen perustuen pitää pragmatistisesti perusteltuna, jos se toimii käytännössä ja pystymme sen avulla ennakoimaan todellisuuden tapahtumia ja ilmiöitä ja vaikuttamaan niihin.

Ajattelun viitekehukset voidaan käsittää käsitteellisinä ja kulttuurisina järjestelminä, ja lisäksi ajattelemista itsessään voidaan tarkastella systemisenä ilmiönä. Ajatuksemme ovat intentionaalisia, eli ne viittaavat ja ovat suuntautuneita niiden itsensä ulkopuolelle, erilaisiin ympäristöimme kohteisiin ja kokemuksiimme niistä. Ajattelemista voidaan pitää kognitiivisena prosessina ja emergenttinä ilmiönä, joka tapahtuu ollessamme vuorovaikutuksessa ympäristöimme fysiologisten, käsitteellisten, sosiaalisten ja kulttuuristen järjestelmien kanssa fysiologisten rajapintojemme välityksellä. Hyödynnämme ajattelumme välineinä erilaisia käsitteellisiä järjestelmiä, joita olemme yksin ja yhdessä konstruoineet havaintojemme ja kokemustemme perusteella ja oppimisen kautta (Bertalanffy 1969, 227–238; Mobus ja Kalton 2015, 84–87). Myös tieteellinen tiedonhankinta, joka perustuu pohjimmiltaan aina ilmiöiden havainnoimiseen ja mittaamiseen, on systemisesti tarkasteltuna prosessi, johon sisältyy havaintojen ja mittausten tekijä, joka toimii aina jostakin asemasta käsin ja on jonkinlaisessa suhteessa ja vuorovaikutuksessa tutkittavan ilmiön kanssa (Capra ja Luisi 2014, 81–82; Mobus ja Kalton 2015, 79–81). Tässä mielessä olemme aina edellisessä alaluvussa kuvatun kaltaisia järjestelmän sisäisiä tarkastelijoita suhteessa todellisuutemme ilmiöihin,

joita pyrimme ymmärtämään. Eksistentiaalistisen filosofian perinteessä ihmisen koko olemassaoloa kuvaillaan samansuuntaisesti "maailmassa olemiseksi". Maailmassa olemisella tarkoitetaan, että ihmisen olemassaolo on aina olemista suhteessa ympäröivään todellisuuteen ja osana sitä, jossakin tilanteessa, kontekstissa tai ympäristössä, kaikkien siihen liittyvien ajallisten ja paikallisten relaatioiden kanssa ja niistä nousevien kysymysten ja ratkaisuja vaativien ongelmien keskellä (Aho 2023). Näin ollen, sen lisäksi, että ajattelumme on intentionaalista, se siis tapahtuu myös aina jostakin perspektiivistä tai positiosta käsin, jossa kulloinkin olemme joko tarkastelemamme järjestelmän tai sen ympäristön osana, ja jota meidän on mahdollista pyrkiä ymmärtämään osana systeemistä ajattelua (Capra ja Luisi 2014, 81–82; Mabus ja Kalton 2015, 79–81). Systeemisen ajattelutavan avulla voimme ymmärtää kokonaisvaltaisemmin ajatteluamme ja siihen liittyviä tiedon muodostumisen prosesseja sekä omaa asemaamme tarkastelemiemme ilmiöiden suhteen, ja myös tästä syystä systeemisyyttä voidaan pitää mielekkäänä ajattelun viitekehyksenä.

Edellä kuvatun kaltainen tietoteoreettinen perspektivismi ja käsitys ihmisestä järjestelmän sisäisenä tarkkailijana suhteessa olemassaoloonsa ja todellisuuden ilmiöihin johtaa kysymykseen siitä, missä määrin tieto ja totuus ovat ihmisen havaintojen tekemisen ja kokemusten jäsentämisen tavoista riippuvaisia ja siten relatiivisia asioita. On myös aiheellista kysyä, miten tämä sopii yhteen tieteellisen ajattelun ihanteena olevan objektiivisuuden tavoittelemisen kanssa ja on yhdistettävissä tietoteoreettiseen ja ontologiseen realismiin, joita kannatetaan yleisesti systeemien tutkimuksen alalla vähintään jonkinlaisessa maltillisessa muodossa. Systeemisesti ajateltuna emme voi irtautua asemastamme ja perspektiivistämme, josta käsin kulloinkin tarkastelemme todellisuuden ilmiöitä. Emme välttämättä voi myöskään koskaan täysin irtautua kognitiivisista havaintojen tekemistä ja jäsentämistä hallitsevista taipumuksistamme ja tavoittaa todellisuutta sellaisena kuin se niistä riippumattomana ja itsessään on, kuten jo Immanuel Kant (1724–1804) aikanaan tunnetusti esitti. Voimme silti lähestyä todellisuuden ilmiöitä siten, että pyrimme luomaan yhteismitallisia tieteellistä tiedonhankintaa ja havaintojen tulkintaa ohjaavia standardeja, ja sitä kautta voimme yrittää rakentaa käsityksiämme todellisuudesta mahdollisimman riippumattomiksi erilaisista subjektiivisista tekijöistä (Mabus ja Kalton 2015, 84–89). Henkilökohtainen asemamme erilaisten järjestelmien sisäisenä tarkastelijana ja oma yksilöllinen perspektiivimme todellisuuteen voi olla osa todellisuutta koskevien käsitystemme kollektiivista rakentamista, eikä subjektiivisuuden ja perspektiivisyyden tarvitse sulkea pois objektiivisen todellisuuskäsityksen lähestymisen mahdollisuutta tai olla

sille vastakkaisia. Kokonaiskuvat rakentuvat erilaisten perspektiivien yhdistämisen kautta, aivan kuten palapeli rakentuu useista palasista ja sitä voi olla kokoamassa monta tekijää. Tässä mielessä tieteellinen objektiivisuuden ihanne ja tietoteoreettinen perspektivismi voivat yhdistyä osana systeemistä ajattelun viitekehystä.

Systeemiseen ajatteluun voidaan myös yhdistää ontologisen realismin mukainen näkemys siitä, että todellisuus on olemassa, sillä olemme osa sitä ja se tuottaa kokemuksemme. Tuo todellisuus näyttäytyy meille systeemisenä, ja syy sille voi olla se, että todellisuus todella on olemukseltaan systeeminen. Äärimmäisen skeptismin hengessä esitetyt epäilyt esimerkiksi tietoisuutemme ulkopuolisen todellisuuden olemassaolosta voidaan jättää pragmatististen filosofien suositusten mukaisesti sikseen ”paperiepäilyinä” (Pihlström 2014), sillä todellisessa elämässämme emme aidosti epäile tällaisia asioita tai toimi niihin liittyvän solipsismin tai subjektiivisen idealismin periaatteiden ohjaamina. Lisäksi ajattelumme kohteiden atomistinen erotteleminen toisistaan erillisiksi yksilöolioiksi ja uskomustemme ja niiden kohteina olevien asioiden erotteleminen subjekti-objektidikotomian mukaisesti ovat ajattelun lähtökohdiksi valittuja viitekehyksiä tai kantilaisittain ajateltuna ajatteluamme hallitsevia taipumuksia, eivät ajattelun kiistattomia lopputuloksia. Systeemisessä ajattelun viitekehyksessä lähtökohtana on tällaisten ajattelutapojen sijaan todellisuuden tarkasteleminen vuorovaikutteisena ja kytkeytyneenä ilmiökenttänä, jonka osia olemme. Tietoisuutemme ei voi systeemisesti ajateltuna olla muusta todellisuudesta erillinen tai riippumaton, tai subjektiivinen ja erillään objekteista, joihin sen sisällöt viittaavat. Tietoisuus on systeemisesti ajateltuna aina jonkin olion ominaisuus ja alajärjestelmä, ja sen sisällöt emergoivat vuorovaikutuksessa ympäröivän todellisuuden kanssa. Todellisuuden ilmiöt, joiden kanssa vuorovaikutamme tutkiessamme niitä, ja niitä koskevat tietomme, jotka rakentuvat tietoisuudessamme tämän vuorovaikutuksen kautta, ovat siis toisiinsa kytkeytyneitä asioita. Tästä syystä todellisuutta, tietoa ja tietoisuutta ei ole systeemisen ajattelun näkökulmasta mielekästä erottaa toisistaan erillisiksi tarkastelun kohteiksi, kuten länsimaisessa filosofiassa on metafysiikan ja tietoteorian aloilla usein tehty. Tieto ja totuus eivät systeemisesti ajateltuna voi myöskään olla ihmisestä riippumattomia ja itsenäisiä, absoluuttisia entiteettejä, joita voitaisiin saavuttaa ja tutkia sellaisinaan, vaan ne ovat osa yhdessä muodostamiamme käsitteellisiä järjestelmiä, joiden avulla jäsenämme toimintamme tavoitteita ja suhtautumistapojamme kokemuksiimme.

Koska systeemisyys selittää kokemuksiamme olemassaolomme luonteesta ja sitä, miksi todellisuus ilmenee meille sellaisena kuin se ilmenee, on mahdollista ajatella, että on olemassa todellisuus, jonka osia me kaikki olemme, ja että tuo



todellisuus on olemukseltaan yhtenäinen, kytkeytynyt ja systeeminen. Systeemisesti ajateltuna todellisuutta koskevat käsityksemme ovat systeemisiä ilmiöitä ja ne rakentuvat prosessuaalisesti ollessamme vuorovaikutuksessa todellisuuden ilmiöiden kanssa. Näin saamme todellisuuden ilmiöistä tietoa, joka on parhaimmillaan niin objektiivista kuin järjestelmän sisäisille tarkastelijoille on yhteisesti toimien ylipäättään mahdollista. Näin ontologinen ja tietoteoreettinen realismi ja tieteellinen objektiivisuuden ihanne yhdistyvät systeemisessä ajattelun viitekehyksessä tietoteoreettiseen perspektivismiin ja käsitykseen ihmisestä järjestelmien sisäisenä todellisuuden tarkastelijana.

## 4 POHDINTAA JA AVOIMIA KYSYMYKSIÄ

Olen tarkastellut tässä tutkielmassa sitä, mitä systeemisyydellä tarkoitetaan nykyaikaisen systeemien tutkimuksen alalla ja perustellut systeemisuuden soveltuvuutta ajattelun viitekehukseksi tietoteoreettisesti. Olen esittänyt, että systeemisyys voi olla mielekäs ajattelun viitekehys ja lähtökohta, josta käsin voimme tarkastella omaa olemassaoloamme ja todellisuutemme ilmiöitä, vaikka emme kannattaisikaan systeemistä todellisuuskäsitystä sellaisenaan.

Metafyysisessä mielessä systeemisyydellä tarkoitetaan sitä, että todellisuuden ja sen olioiden ja ilmiöiden keskeisin olemuksellinen peruspiirre on olemassaolo järjestelmänä tai jonkin järjestelmän osana, ja että kaikilla olemassaolevilla asioilla on samanlaisia ja toisiinsa rinnastettavissa olevia ominaisuuksia, jotka tekevät niistä järjestelmiä tai järjestelmien osia. Tietoteoreettisessa mielessä systeemisyydellä tarkoitetaan ajattelutapaa, jossa ajattelun kohteena olevan asian olemus, ominaisuudet ja toiminta tulevat parhaiten tai jollakin oleellisesti muista ajattelun viitekehyksistä eroavalla tavalla ymmärretyiksi, kun se käsitetään järjestelmänä tai järjestelmän osana, vaikka se ei olisikaan sellaisenaan systeeminen edellä esitetystä metafyysisessä mielessä.

Nykytiede on eriytynyt moniin erityistieteisiin, mutta systeemisesti ajateltuna todellisuus ei ole järjestynyt toisistaan erillisten ilmiöiden tai olioiden kategorioihin. Asioiden kokonaisvaltainen hahmottaminen vaatii monenlaisten eri tieteenalojen tarkastelemien ilmiöiden ja niiden välisen vuorovaikutuksen huomioon ottamista samanaikaisesti, ja systeeminen ajattelu vastaa erityisesti tällaisiin ajattelun tarpeisiin. Se voi toimia eri erityistieteiden aloilla tutkittavien ilmiöiden välisten yhteyksien hahmottamisen apuna ja auttaa ymmärtämään, mitkä ovat kulloinkin tarkasteltavan asian kannalta merkityksellisiä ilmiöitä ja lähitieteitä, joiden kenttää

tulisi huomioida kompleksisten todellisuuden ilmiöiden tarkastelemisessa ja tutkimisessa.

Systeeminen ajattelu voi tarjota vastauksia tai mielekkäitä näkökulmia myös moniin metafysiikan ja tietoteorian ongelmiin. Systeemisessä ajattelun viitekehyksessä yhdistyvät prosessiajattelu ja olioajattelu, joiden voidaan ajatella olevan kilpailevia näkemyksiä asioiden perimmäisestä olemuksesta ja koko olemassaoloa selittävistä peruseriaatteista. Systeemisessä ajattelussa asiat nähdään järjestelminä, jotka ovat eri nopeuksilla eteneviä prosesseja siinä mielessä, että ne ovat muuttuvia ja kehittyviä, eivätkä koskaan täysin pysyviä erilaisten asioiden yhdistelmiä. Samalla monet asiat ovat kuitenkin ihmisen kokemistavan näkökulmasta tarkasteltuina niin hitaasti muuttuvia ja kehittyviä, että niitä voidaan käytännön syistä, kuten asioiden hahmottamisen ja luokittelemisen takia, nimittää olioiksi. Systeemisessä ajattelun viitekehyksessä suhtaudutaan kuitenkin kriittisesti sellaiseen atomistiseen olioajatteluun, jossa asiat nähdään muuttumattomina ja ontologinen reduktionismi nähdään ainoana todellisuutta selittävänä lähestymistapana. Sen sijaan systeemisessä ajattelussa sovelletaan reduktionistista ajattelua ilmiöiden analysoimisen yhtenä vaiheena, jota täydennetään holistisella ja syntetisoivalla ajattelulla. Mitkään asiat eivät ole systeemisesti ajateltuna itsessään olemassaolevia yksilöolioita, vaan kaikki asiat ovat olemassa kytkeytyneinä toisiin asioihin ja itseään laajempiin kokonaisuuksiin, joissa ilmenee emergenttejä ominaisuuksia ja ilmiöitä. Näin systeemisen ajattelun pohjalta voidaan tarkastella myös metafysisiä kysymyksiä osien ja kokonaisuuksien välisistä suhteista ja emergenssistä. Systeemisen ajattelun avulla voidaan lisäksi tarkastella esimerkiksi mielenfilosofisia kysymyksiä tietoisuuden olemuksesta ja mielen ja ruumiin suhteesta. Tietoteoreettisia kysymyksiä, joihin systeemisyys voi tarjota omanlaisiaan näkökulmia, ovat esimerkiksi kysymykset siitä, millainen on todellisuuden, ajattelun ja kielen välinen suhde, mitä tieto ja totuus ovat, ja miten erilaiset todellisuutta koskevat uskomukset rakentuvat osana ihmisen ajattelua ja toimintaa.

Systeeminen todellisuuskäsitys ja sen todeksi osoittaminen eivät kuitenkaan ole itsestään selviä tai ongelmattomia asioita. Systeemisyyteen liittyviä avoimia kysymyksiä ovat esimerkiksi emergenssin luonteen tarkempi selvittäminen ja se, miten järjestelmien ja prosessien osoittaminen olevaisen perustaviksi kategorioiksi voisi tapahtua metafysisessä mielessä. Voidaan myös kysyä, sisältääkö systeeminen käsitys todellisuudesta verkostomaisena ja kytkeytyneenä järjestelmien järjestelmänä idealisoituja piirteitä tai tieteellisen ajattelun kannalta tarpeettoman pitkälle meneviä metafysisiä oletuksia, ja tuoko tällainen mukanaan tarpeetonta abstraktisuutta todellisuuden ilmiöiden tarkastelemiseen. Systeemisessä ajattelun viitekehyksessä

kaikilla todellisuuden ilmiöillä ajatellaan olevan samanlaisia ominaisuuksia ja kaikkia ilmiöitä tarkastellaan käyttäen samoja, hyvin yleisluonteisia käsitteitä. Tällainen tapa käsitteellistää todellisuuden ilmiöitä ei välttämättä tee oikeutta niiden erityisille ja yksilöllisille ominaispiirteille. Keskittymällä erilaisten ilmiöiden yhteisiin piirteisiin ja kuvailemalla niitä analogioiden avulla ei välttämättä voida selvittää kovinkaan kattavasti tai syvällisesti sitä, mikä niissä on yksilöllistä. Lisäksi vaarana voi olla erilaisten ilmiöiden tulkitseminen enemmän toistensa kaltaisiksi, kuin ne todellisuudessa ovatkaan, ja siitä seuraava sortuminen virheellisiin rinnastuksiin. Systeminen ajattelu paljastaa tarkastelun kohteista systeemisiä piirteitä, mutta voidaan perustellusti kysyä, millaisia ilmiöiden ominaisuuksia ja piirteitä jää huomaamatta silloin, kun niitä tarkastellaan pelkästään systeemisen ajattelun viitekehyksen sisällä. Holistisille ajattelutavoille ominainen tapa tarkastella asioita kokonaisuuksina saattaa johtaa ilmiöiden sellaisten piirteiden huomioimatta jättämiseen, jotka eivät ole keskeisiä pyrittäessä ymmärtämään niiden toimintaa tai olemusta kokonaisuuksina, vaikka ne voivatkin olla merkityksellisiä ilmiöiden yksilöllisen olemuksen ja erityisyyden ymmärtämisen kannalta.

Sen lisäksi, että sitoutuminen systeemiseen todellisuuskäsitykseen tuo mukanaan hankalasti täytettävän todistustaakan vaatimuksen, se voi myös johtaa filosofiselle ajattelulle ominaisen avoimen ja tutkivan tiedollisen asenteen ja uutta luovan potentiaalin kadottamiseen. Siksi olenkin esittänyt, että systeemisyyden voi omaksua ajattelutapana myös ottamatta kantaa siihen, millainen todellisuus itsessään on. Systemisen ajattelutavan voi siis ottaa ajattelun lähtökohdaksi eräänlaisena episteemisenä työskentelyhypoteesina, jota voidaan testata soveltamalla sitä tieteellisen ajattelun lähtökohdana ja filosofisten ongelmien tarkastelemisen välineenä. Vaikka saisimmekin tuotettua sen avulla uusia ja ajattelemisen arvoisia näkökulmia tarkastelemissa ilmiöihin ja ongelmiin, sen ei tarvitse johtaa systeemiseen todellisuuskäsitykseen sitoutumiseen tai sen pitämiseen ainoana tapana tarkastella asioita.

Systemistä ajattelutapaa ei tarvitse myöskään omaksua sellaisenaan tai pitää sitovana ajattelun viitekehyksenä. Tieteellistä itseäänkorjaavuuden ihannetta ja falsifioitavuuden periaatetta voidaan soveltaa siihen siinä missä mihin tahansa muuhunkin tieteelliseen selitysmalliin, teoriaan tai käsitteelliseen viitekehykseen. Mitä tahansa ilmiötä tarkasteltessa voidaan kysyä, onko siitä löydettävissä ominaisuuksia tai piirteitä, joiden tutkimiseen tai selittämiseen systeminen ajattelu ei sovellu, tai jotka eivät näyttäisi olevan olemukseltaan systeemisiä. Jos näin tapahtuu, systemistä ajattelutapaa tulee kehittää ja täydentää, ja tarvittaessa se tulee korvata jollakin mielekkäämmällä ajattelun viitekehyksellä. Systeminen ajattelun

viitekehys on systemisesti ajateltuna itsessään käsitteellinen järjestelmä, ja sellaisena myös prosessuaalisesti rakentunut ja muuttuva. Tällainen reflektiivinen itseymmärrys tekee siitä kehittyvän ja itseensä uusia näkökulmia ja menetelmiä sulauttamaan kykenevän ajattelutavan, joka voi myös lisätä sitä hyödyntävien ajattelijoiden ymmärrystä oman ajattelunsa ja tiedonmuodostuksensa luonteesta.

Kuten kaikella ajattelulla, myös systemisellä ajattelulla voi olla muitakin tavoitteita kuin pääseminen johonkin lopputulokseen, kuten tiedon saavuttamiseen. Systeminen ajattelu voi olla esimerkiksi olemassaolevien selitysmallien kriittistä tarkastelemista, virheellisistä käsityksistä vapautumiseen tähtäävää asioiden terapeutista kyseenalaistamista, uusia näkökulmia avaavaa ja maailmankuvallisesti avartavaa ihmettelyä tai arvoja ja elämänvalintoja suuntaavaa itsereflektiivistä pohdiskelua. Voimme esimerkiksi pohtia, miten kytkeytyneisyyden ja prosessuaalisuuden ajatukset sopivat osaksi maailmankuvaamme ja elämänkatsomustamme, ja millaisia yhteiskunnallisia, eettisiä ja elämänfilosofisia ulottuvuuksia näillä ajatuksilla voi olla. Systemisen ajattelun näkökulmasta esimerkiksi kulttuurissamme vallalla oleva yksilökeskeisyys ei välttämättä ole mielekkäin tapa tarkastella ihmisen olemusta ja suhdetta toisiin ihmisiin. Prosessuaalisuuden ajatus voi puolestaan tarjota kriittisen näkökulman esimerkiksi yhteiskuntamme traditioihin ja rakenteisiin ja siihen, millainen merkitys niiden pysyvyydellä ja vallitsevien tapojen ja rakenteiden säilyttämisellä on. Voimme yrittää lähestyä systemisyyden ajatuksen pohjalta myös moraalisten arvojen määrittämisestä elinympäristömme biologisten, ekologisten, sosiaalisten ja kulttuuristen järjestelmien toimivuuden, jatkuvuuden ja toivotunlaisen kehityksen kannalta. Voimme myös pohtia sitä, millaisia systemisiä syitä ja vaikutuksia erilaisilla arvoilla ja niistä nousevilla toimintatavoilla voi olla, ja hahmotella moraalisen vastuun käsitettä sen perusteella, kuinka laajalle toimintamme vaikutukset ulottuvat todellisuuden kytkeytyneisyyden ja systemisyyden seurauksena. Elämänfilosofisessa ajattelussamme voimme puolestaan pohtia esimerkiksi sitä, miten oppisimme paremmin käsittelemään ja hyväksymään elämässämme ja elinympäristössämme tapahtuvia muutoksia, ja miten sovitamme käsityksen todellisuuden muuttuvaisesta luonteesta yhteen sen kanssa, että tavoittelemme arvojemme ja identiteettimme alueella ja elämäntilanteidemme suhteen usein turvallisuuden tunnetta tuottavaa pysyvyyttä, asioiden valmiiksi saamista ja lopullisia totuuksia. Voimme myös tarkastella oman maailmankatsomuksemme rakentumista systemisenä ilmiönä ja oppia sitä kautta ymmärtämään paremmin itseämme ja sitä, mistä erilaiset arvomme, tavoitteemme ja todellisuutta koskevat uskomuksemme nousevat.

Esitin tämän tutkielman johdannossa, että aikamme asettaa haasteita eheän ja kokonaisvaltaisten maailmankuvan muodostamiselle ja vaatii meiltä uudenlaisia, laajojen asiayhteyksien hahmottamisessa auttavia ajattelun taitoja. Totesin, että koulutusjärjestelmässämme ei ole vallalla selkeästi määriteltyä teoreettista tai käsitteellistä viitekehystä sellaiselle ajattelun taitojen opettamiselle, joka vastaisi järjestelmällisesti ja kattavasti aikamme haasteisiin. Näkemykseni on, että systemisen ajattelun perusteita voisi olla mahdollista ja mielekäästä opiskella kaikilla kouluasteilla eri oppiaineisiin integroituina ja myös korkeakoulutuksessa tieteellisten menetelmien opiskelemisen osana. Lähtökohtana voisivat toimia ne systemisen ajattelun viitekehysten ytimeen kuuluvat ajattelutavat ja periaatteet, joita olen tässä tutkielmassa tarkastellut. Mielestäni olisi myös aiheellista tutkia sitä, miten koulujärjestelmässämme voitaisiin systemisen ajattelun viitekehysten ja systemiajattelun menetelmien pohjalta toteuttaa ilmiöpohjaista oppimista ja opetuksen ja oppimissisältöjen eheyttämistä ja pyrkiä saavuttamaan peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmissa kuvailtuja laaja-alaisen osaamisen tavoitteita.

## LÄHTEET

- Aho, Kevin. 2023. "Existentialism." *Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2023 edition). Toimittajat Edward N. Zalta ja Uri Nodelman. Luettu 8.1.2023.  
<https://plato.stanford.edu/archives/spr2023/entries/existentialism/>
- Bánáthy, Béla H.. 1997a. "The Evolution of Systems Inquiry. Part 1." *The First International Electronical Seminar On Wholeness 1.12.1996 – 31.12.1997*. International Society for the Systems Sciences & International Institute for Systemic Inquiry and Integration. Luettu 12.12.2022.  
[http://www.newciv.org/ISSS\\_Primer/seminara.html](http://www.newciv.org/ISSS_Primer/seminara.html).
- Bánáthy, Béla H.. 1997b. "The Evolution of Systems Inquiry. Part 2." *The First International Electronical Seminar On Wholeness 1.12.1996 – 31.12.1997*. International Society for the Systems Sciences & International Institute for Systemic Inquiry and Integration. Luettu 14.12.2022.  
[http://www.newciv.org/ISSS\\_Primer/seminarb.html](http://www.newciv.org/ISSS_Primer/seminarb.html).
- Bánáthy, Béla H.. 1997c. "A Taste of Systemics." *The First International Electronical Seminar On Wholeness 1.12.1996 – 31.12.1997*. International Society for the Systems Sciences & International Institute for Systemic Inquiry and Integration. Luettu 6.2.2021. [http://www.newciv.org/ISSS\\_Primer/ase04bb.html](http://www.newciv.org/ISSS_Primer/ase04bb.html).
- Bertalanffy, Ludwig von. 1969. *General Systems Theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller.
- Boulding, Kenneth E.. 1956. "General Systems Theory – The Skeleton Of Science." *Management Science* 2: 3, 197-208. Saatavilla  
<https://www.scribd.com/document/2310135/General-Systems-Theory-The-Skeleton-of-Science-Boulding>, luettu 5.3.2021.
- Bunge, Mario. 2003. *Emergence and Convergence: Qualitative Novelty and the Unity of Knowledge*. Toronto: University of Toronto Press.
- Bunge, Mario. 2006. *Chasing Reality: Strife over Realism*. Toronto: University of Toronto Press.
- Capra, Fritjof ja Pier Luigi Luisi. 2014. *The Systems View of Life. A Unifying Vision*. New York: Cambridge University Press.
- Castellani, Brian. 2018. "Map of the Complexity Sciences." Art & Science Factory. Luettu 4.7.2021. [https://www.art-sciencefactory.com/complexity-map\\_feb09.html](https://www.art-sciencefactory.com/complexity-map_feb09.html).
- Centre for Systems Philosophy. 2021. "The History and Development of Systems Philosophy." Centre for Systems Philosophy. Luettu 17.3.2021.  
<https://www.systemsphilosophy.org/about-systems-philosophy#history>.
- Hammond, Debora. 2003. *The Science of Synthesis: Exploring the Social Implications of General Systems Theory*. Boulder: University Press of Colorado.
- Hofkirchner, Wolfgang ja David Rousseau. 2015. "Foreword." Teoksessa Bertalanffy, Ludwig von. 1969. *General Systems Theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller.

- Hustwit, J. R.. 2007. "Process philosophy." *Internet Encyclopedia of Philosophy*. ISSN 2161-0002. Luettu 18.2.2021. <https://iep.utm.edu/processp/>
- Jackson, Michael C.. 2019. *Critical Systems Thinking and the Management of Complexity*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Jacoby, Franklin. 2022. "Perspectivism in Science." *Internet Encyclopedia of Philosophy*. ISSN 2161-0002. Luettu 8.1.2023. <https://iep.utm.edu/persp-scl/>
- Kielitoimiston sanakirja. 2021. "Prosessi". Luettu 15.7.2021. <https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/prosessi>
- Koskinen, Heikki J.. 2010. "Metafysiikka ja tiede." Teoksessa *Mitä on filosofia?*, toimittajat Henrik Rydenfelt, & Heikki A. Kovalainen, 148–159. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.
- László, Ervin. 1972. *Introduction to Systems Philosophy: Toward a New Paradigm of Contemporary Thought*. New York: Gordon and Breach.
- Liddell, Henry George ja Robert Scott. 1940. *A Greek-English Lexicon*. Oxford: Clarendon Press. Saatavilla <https://www.perseus.tufts.edu/hopper/text?doc=Perseus%3Atext%3A1999.04.0057%3Aentry%3Dsu%2Fsthma>, luettu 11.7.2021.
- Lukion opetussuunnitelman perusteet 2019. 2019. Helsinki: Opetushallitus.
- Mella, Piero. 2012. *Systems Thinking: Intelligence in Action*. Milano: Springer.
- Mobus, George E. ja Michael C. Kalton. 2015. *Principles of Systems Science*. New York: Springer.
- Mononen, Laura, Päivi Tynjälä ja Eeva Kallio. 2016. "Systemiajattelu – monitieteinen näkökulma kokonaisvaltaiseen ajatteluun." Teoksessa *Ajattelun kehitys aikuisuudessa – kohti moninäkökulmaisuuutta*, toimittaja Eeva Kallio, 305–319. Helsinki: Suomen kasvatustieteellinen seura.
- Moti, Frank, Shaked Haim ja Koral-Kordova Sigal. 2016a. "Preface." Teoksessa *Systems Thinking: Foundation, Uses and Challenges*, toimittajat Frank Moti, Shaked Haim ja Koral-Kordova Sigal, VII–IX. New York: Nova Science Publishers.
- Moti, Frank, Shaked Haim ja Koral-Kordova Sigal. 2016b. "Introduction – Systems Thinking: Foundations, Skills and Uses." Teoksessa *Systems Thinking: Foundation, Uses and Challenges*, toimittajat Frank Moti, Shaked Haim ja Koral-Kordova Sigal, XI–XVII. New York: Nova Science Publishers.
- O'Connor, Timothy. 2021. "Emergent Properties." *Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2021 Edition)*. Toimittaja Edward N. Zalta. Luettu 8.1.2023. <https://plato.stanford.edu/archives/win2021/entries/properties-emergent/>
- Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. 2014. Helsinki: Opetushallitus.
- Pihlström, Sami 2014. "Pragmatismi." Logos-ensyklopedia. Eurooppalaisen filosofian seura ry, Tampere 2014. Luettu 22.1.2023. <https://filosofia.fi/fi/ensyklopedia/pragmatismi>
- Saarinen, Esa ja Raimo P. Hämäläinen. 2004. "Systems Intelligence: Connecting Engineering Thinking with Human Sensitivity." Teoksessa *Systems Intelligence:*



- Discovering a hidden competence in human action and organizational life*, toimittajat Raimo P. Härmäläinen ja Esa Saarinen, 9–37. Helsinki University of Technology, Systems Analysis Laboratory, Research Reports A88, October 2004.
- Seibt, Johanna. 2022. "Process Philosophy." *Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2022 Edition)*. Toimittajat Edward N. Zalta ja Uri Nodelman. Luettu 8.1.2023.  
<https://plato.stanford.edu/entries/process-philosophy/>
- Sillitto, Hillary. 2016. "Do Systems Exist in the Real World?" Teoksessa *Systems Thinking: Foundation, Uses and Challenges*, toimittajat Frank Moti, Shaked Haim ja Koral-Kordova Sigal, 33–41. New York: Nova Science Publishers.
- Skyttner, Lars. 2005. *General Systems Theory: Problems, Perspectives, Practice (2nd Edition)*. Singapore: World Scientific.
- Wade, Michael. 2021. "Ecological Genetics." *Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2021 Edition)*. Toimittaja Edward N. Zalta. Luettu 8.1.2023.  
<https://plato.stanford.edu/archives/win2021/entries/ecological-genetics/>