



Mika Nieminen, Ville Valovirta & Antti Pelkonen

# Systemiset innovaatiot ja sosiotekninen muutos

| Kirjallisuuskatsaus



# **Systemiset innovaatiot ja sosiotekninen muutos**

## **Kirjallisuuskatsaus**

Mika Nieminen, Ville Valovirta & Antti Pelkonen



ISBN 978-951-38-7775-0 (nid.)

ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 978-951-38-7776-7 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

Copyright © VTT 2011

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 5, PL 1000, 02044 VTT

puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 4374

VTT, Bergsmansvägen 5, PB 1000, 02044 VTT

tel. växel 020 722 111, fax 020 722 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 5, P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland  
phone internat. +358 20 722 111, fax +358 20 722 4374

Toimitus Leena Ukskoski

Kopijyvä Oy, Kuopio 2011

Mika Nieminen, Ville Valovirta & Antti Pelkonen. Systemiset innovaatiot ja sosiotekninen muutos. Kirjallisuuskatsaus [Systemic innovations and socio-technical change. Literature review]. Espoo 2011. VTT Tiedotteita – Research Notes 2593. 80 s.

**Avainsanat** systemic innovation, system innovation, systemic change, socio-technical change, innovation, innovation system, innovation policy

## Tiivistelmä

Julkaisussa tarkastellaan systeemisen innovaatiotoiminnan ja muutosten taustaa, dynamiikkaa sekä vaikutusmahdollisuuksia luomalla katsaus teemaa käsittelevään tutkimuskirjallisuuteen. Systemisellä muutoksella viitataan laaja-alaiseen toimintamallien, rakenteiden ja näiden vuorovaikutuksen samanaikaiseen muutokseen.

Systemisyyden luonnetta lähestytään kolmen tutkimussuuntauksen kautta. Ensimmäinen niistä koskee innovaatiojärjestelmien tutkimusta. Se pohjautuu pitkälti institutionaaliseen ja evolutionääriseen taloustieteeseen sekä tieteen ja teknologian sosiologiaan. Toinen tutkimussuuntaus on liikkeenjohdon sekä teknologiajohtamisen tutkimus, jossa näkökulmana on yrityksen liiketoiminnan ja tuotekehityksen organisointi. Kolmas tutkimussuuntaus, sosioteknisten järjestelmien muutos, on näkökulmista laajin, ja se pyrkii käsitteellistämään yhteiskunnallisen ja taloudellisen muutoksen luonnetta sekä luomaan käsitteitä kokonaisvaltaisten siirtymien hallintaan.

Kysymys innovaatiotoimintaan vaikuttavista tekijöistä on niin laaja ja monisyinen, että yhden tutkimussuuntauksen varassa sitä ei ole mahdollista tyhjentävästi selittää. Kullakin esitellystä kolmesta lähestymistavasta on omat vahvuutensa, jotka täydentävät kuvaa systeemisten innovaatioiden luonteesta. Ne tarjoavat toisiaan täydentäviä näkökulmia sekä tutkimukseen että yhteiskuntapolitiiseen keskusteluun ja päätöksentekoon.

Mika Nieminen, Ville Valovirta & Antti Pelkonen. Systemiset innovaatiot ja sosiotekninen muutos. Kirjallisuuskatsaus [Systemic innovations and socio-technical change. Literature review]. Espoo 2011. VTT Tiedotteita – Research Notes 2593. 80 p.

**Keywords** systemic innovation, system innovation, systemic change, socio-technical change, innovation, innovation system, innovation policy

## Abstract

The publication reviews research literature dealing with systemic innovations, their dynamics and background. A systemic change is understood being an extensive change taking place concurrently in action, structures and their interaction.

The review approaches systemic change via three research traditions. First of them is the traditional innovation systems studies. The second one is the technology and innovation management studies, approaching the question from the perspective of organising firms' activities and R&D. The third one is the theory of socio-technical change being the most comprehensive of these traditions in theoretical scope.

The question about the elements affecting innovation processes is so wide and complex that an exhaustive answer is impossible to give by using insights only from one research tradition. Each of the reviewed approaches has strengths of its own in explaining systemic innovations. They provide complementary perspectives to both scientific and policy discussions.

## Alkusanat

Julkaisu on syntynyt osana Tekesin rahoittamaa hanketta Systemiset innovaatiot – toimintamallien muutos ja innovaatiopolitiikan keinot. Kirjallisuuskatsaus on osa VTT:n osuutta sen koordinoimassa laajemmassa hankkeessa, johon ovat osallistuneet myös Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskus sekä Aalto yliopiston Center for Knowledge and Innovation Research (CKIR) -tutkimuslaitos.

Systemisyys innovaatiotoiminnan ilmiönä pakenee helposti tarkasteliijaansa. Tähän törmäsimme jo heti hankkeen alkumetreillä. Lopullista vastausta ei ole mahdollista antaa tämänkään kirjallisuuskatsauksen pohjalta, mutta uskomme, että se antaa käsitteellisiä välineitä rajata ilmiötä ja etsiä näkökulmia, joiden kautta systeemistä innovaatiotoimintaa ja muutosta on helpompi lähestyä.

Itsellemme katsauksessa käsitellyn kirjallisuuden läpikäynti systeemisyyden näkökulmasta on merkinnyt sen ymmärryksen heräämistä, että systeemisyyden ilmiönä niin laaja ja moniulotteinen, ettei sitä ole mahdollista käsitellä vain yhden tutkimustradition antamin välinein. Samalla käsitteet ovat alkaneet herätä eloon useissa empiirisissä hankkeissa ja hankevalmisteluissa.

Toivomme, että katsaus auttaa lukijaa hahmottamaan systeemisyyteen liittyviä kysymyksiä ja toimii johdatuksena sitä käsittelevään kirjallisuuteen.

Kiitämme Tekesiä saamastamme rahoituksesta, joka on mahdollistanut katsauksen tekemisen.

Tampereella ja Espoossa 10.6.2011

Tekijät

# Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	3
Abstract .....	4
Alkusanat .....	5
1. Johdanto .....	7
2. Systemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa....	13
2.1 Johdanto.....	13
2.2 Innovaatiotutkimuksen systeemilähestymistavat .....	14
2.3 Systeemilähestymistapojen moninaisuus .....	17
2.3.1 Alueellisesti määrittävät lähestymistavat.....	18
2.3.2 Teollisuuden tai teknologian alan mukaan määrittävät lähestymistavat .....	24
2.4 Lähestymistapojen eroja ja yhtäläisyyksiä .....	27
2.5 Mitä systemisyydellä tarkoitetaan innovaatiojärjestelmiä koskevassa tutkimuksessa? .....	31
3. Systemiset innovaatiot liikkeenjohtamisen tutkimuksessa .....	34
3.1 Johdanto.....	34
3.2 Informaatio ja standardit .....	36
3.3 Kompleksisuuden hallinta ja modulaarisuus .....	37
3.4 Kompleksiset tuotejärjestelmät.....	38
3.5 Rakentamisen systemiset innovaatiot.....	39
3.6 Avoin innovaatio.....	40
3.7 Yhteenveto .....	40
4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos.....	42
4.1 Johdanto.....	42
4.2 Kompleksisten järjestelmien teoria .....	43
4.3 Sosiotekninen muutos.....	48
4.4 Systemisen muutoksen suuntaaminen .....	56
4.5 Sosiotekninen muutos tutkimuskäsitteenä ja politiikan näkökulmana.....	64
5. Kohti synteesiä?.....	68
Lähdeluettelo .....	72



# 1. Johdanto

Pyrkimys vauhdittaa yhteiskunnan ja talouden systeemistä muutosta on nostettu keskeiselle sijalle suomalaista innovaatiopolitiikkaa toteuttavien toimijoiden linjauksissa. Systeemisellä muutoksella viitataan laaja-alaiseen toimintamallien, rakenteiden ja näiden vuorovaikutuksen samanaikaiseen muutokseen, joka luo edellytyksiä tulevaisuuden hyvinvoinnille ja kestäväälle kehitykselle tarjoten yrityksille mahdollisuudet menestyvään liiketoimintaan globaaleilla markkinoilla. Myös innovaatiopolitiikkaa tulisi viimeisimpien linjausten mukaan toteuttaa systeemisen lähestymistavan avulla.

Mistä systeemisessä muutoksessa tarkemmin ottaen on kyse? Missä määrin laajavaikutteisia muutoksia on syytä pyrkiä suuntaamaan? Eikö markkinoiden omalakinen kehitys ohjaa yrityksiä kohdistamaan kehityspanoksiaan sinne, missä ne on tunnistettuja ja missä on tarpeita ja kysyntää? Ja kun systeemistä muutosta ryhdytään edistämään, voidaanko sen suuntaa ylimalkaan ohjata? Nämä ovat ajankohtaisia kysymyksiä sekä innovaatiopolitiikan että yleisen yhteiskuntapolitiikan kannalta.

Tarkastelemme tässä julkaisussa systeemisten innovaatioiden ja muutoksen taustaa, dynamiikkaa sekä vaikutusmahdollisuuksia luomalla katsauksen teemaa käsittelevään tutkimuskirjallisuuteen.

Miksi systeemisen muutoksen näkökulma on sitten noussut voimakkaasti esiin juuri nyt? Taustalla vaikuttaa useita tekijöitä, joiden yhteisvaikutuksena tietoisuus verkottuneen liiketoiminnan luonteesta sekä teknologisen, taloudellisen ja sosiaalisen muutoksen yhteen kietoutumisesta on kasvanut.

Ensimmäinen selvästi tunnistettava tekijä on innovaatiotutkimus, jonka piirissä on kyetty selvemmin jäsentämään innovaatiotoiminnan dynamiikkaa ja luonnetta. Erityisesti teknologisen kehityksen kasautuvasta ja polkuriippuvaisesta luonteesta seuraava lukkiutuminen tiettyihin sosioteknisiin rakenteisiin on ollut keskeinen näkökulma. Tästä seuraavat rakenteelliset ongelmat näkyvät hitaina siirtyminä

## 1. Johdanto

uusiin ratkaisuihin, joka voi näkyä jäykkyytenä eri tasoilla: yritykset, toimialat ja valtiot saattavat jäädä vanhentuneen teknologian vangiksi, mikä ei yhteiskunnan kannalta tarkastellen ole optimaalista. Systeemisen muutoksen ja systeemisen innovaation käsitteet ovat tarjonneet hyödyllisen näkökulman käsitellä laajoja toimijaverkoston ja sosioteknisen järjestelmän tasolla tapahtuvia uudistuksia. Näiden näkökulmien myötä on alettu paremmin ymmärtää ja jäsentää muutoksen systeemisiä piirteitä. Näitä näkökulmia on omaksuttu myös innovaatiopolitiikan ja innovaatiotoiminnan organisoinnin käyttöön.

Innovaatiotutkimuksen tulokset eivät kuitenkaan yksin riitä selittämään näkökulman esiin nousua, sillä monet tutkimuksen keskeisistä havainnoista on tehty jo klassisessa teknologian tutkimuksessa 1970- ja 1980-luvuilla. Systeemisen muutoksen näkökulman esiinnousu 2010-luvun alussa liittyy myös suurelta osin sosiaalisessa, taloudellisessa ja teknisessä kehityksessä tapahtuviin muutoksiin. Merkittävät yhteiskunnalliset ongelmat, teknologinen kehitys ja globaalin toimintaympäristön dynamiikka ovat nostaneet esiin haasteita, joihin vastaaminen edellyttää uudenlaisia ratkaisumalleja. Systeemisen muutoksen näkökulma avaa tähän lupaavia näköaloja.

Vaikeudet vastata merkittäviin yhteiskunnallisiin haasteisiin perinteisin keinoin ovat nostaneet esiin tarpeen pohtia innovaatiotoiminnan roolia järjestelmätason muutoksessa uudella tavalla. Ilmastonmuutoksen, väestön ikääntymisen ja globaalin talouden muutokset asettavat paineita järjestelmätason eli systeemisten uudistusten aikaansaamiseksi. Hiilineutraali yhdyskunta, arjen tietoyhteiskunta, älykäs kaupunki ja vanhenevan väestön itsenäinen suoriutuminen ovat esimerkkejä visioista, joilla toimijoita pyritään ohjaamaan kohti toivottua kokonaisvaltaista muutosta vallitsevissa ajattelu- ja toimintamalleissa sekä rakenteissa. Näitä laajoja ongelmia eivät yksittäiset toimijat tyypillisesti kykene ratkaisemaan. Ne edellyttävät organisaatioiden, toimialojen, politiikkasektorien sekä yksityisen ja julkisen sektorin välistä yhteistyötä – sekä yhä enemmän myös kansainvälistä yhteistyötä.

Erityisen ongelmalliseksi nähdään rakenteellisen muutoksen hitaus. Markkinoiden dynamiikka ei yksin kykene viemään käytäntöön tarvittavia muutoksia ilman samanaikaisia muutoksia lainsäädännössä, instituutioissa ja infrastruktuurissa. Sosiotekniset järjestelmät, kuten energia, liikenne ja terveydenhuolto, ovat taipuvaisia lukkiutumaan vallitseviin toteutusmalleihin. Suuriin haasteisiin vastaamiseksi on kyettävä kiihdyttämään muutoksen vauhtia ja avaamaan järjestelmätason lukkiutumia. Tarvitaan uudistusprosesseja, jotka luovat yksittäisten

tuote- ja palveluinnovaatioiden lisäksi merkittäviä rakenteellisia, lainsäädännöllisiä sekä käyttäytymismallien muutoksia.

Käynnissä oleva teknologinen muutos lisää keskinäisriippuvuuksien määrää, kun aiemmin erillään kehittyneet teknologiat konvergoituvat. Tuotteiden kompleksisuus ja niissä tarvittavien osaamisten kirjo kasvaa alati. Tieto- ja viestintäteknologioiden läpikäyvä vaikutus taloudessa ja yhteiskunnassa lisää teknologisia riippuvuussuhteita. Digitaaliset ratkaisut mahdollistavat myös tuotannon globaalin hajauttamisen erikoistuneista osista koostuviksi arvoverkostoiksi. Viimeisimpänä trendinä vaikuttaa informaatioteknologian niin sanottu jokapaikkaistuminen, jossa komponentteja ja järjestelmiä integroidaan fyysisiin tuotteisiin ja rakennettuun ympäristöön. Tämä lisää tuotteiden ja infrastruktuurien välistä teknologista kytkeytyneisyyttä. Ollaan mahdollisesti etenemässä kohti tulevaisuutta, jossa valtaosa fyysisistä esineistä ja ihmisen luomista rakenteista on kytkeytynyt internetiin massiiviseksi sensoriverkoksi, joka tuottaa tietoa olosuhteista ja on ohjattavissa. Näiden ”älykkäiden järjestelmien” avulla pyritään lisäämään prosessien toimivuutta ja ohjattavuutta.

Digitaalinen murros mahdollistaa uudenlaisia organisointitapoja, jotka perustuvat avoimiin ja joustaviin rakenteisiin. Laajamittaisen muutoksen aikaansääminen edellyttää laajojen arvoverkkojen muodostamista, jotka koostuvat eri toimialojen yrityksistä sekä toimintaympäristöstä ja infrastruktuurista vastaavista julkishallinnon organisaatioista. Esimerkkeinä on mainittu mm. älykäs sähköverkko, sähköajoneuvot sekä laajat ympäristöteknologiahankkeet (Hernesniemi 2010). Yhteistä niille on se, että muutosta on likimain mahdoton toteuttaa yksittäisten yritysten tai toimijoiden voimin, sillä kehitys edellyttää toisistaan riippuvaisten osatekijöiden yhtäaikaista muutosta. Esimerkiksi sähköajoneuvojen käyttöönotto on riippuvaista sähkön latausasemista, joiden kehittäminen edellyttää toimivien palveluliiketoiminnan konseptien kehitystä.

Systemisen muutoksen tarpeen taustalla on nähty myös se, että talouden ja teknologian dynamiikan muuttuessa organisatoriset ja sosiaaliset toimintamallit eivät ole kehittyneet vastaamaan tietoyhteiskunnan tarpeita. Tästä johtuen on peräänkuulutettu radikaaleja yhteiskunnallisia ja taloudellisia muutoksia, jotka paremmin vastaisivat jälkiteollisen ajan informaatiotalouden logiikkaa (Schienstock & Hämäläinen 2001).

Myös innovaatiotoiminnan on havaittu muuttuneen edellä kuvattujen trendien myötävaikutuksessa. Digitaalisesti verkottunut yritystoiminta nojautuu yhä enemmän avoimen kehitystyön logiikkaan eli niin sanotun avoimen innovaation malliin. Tieto- ja viestintäteknologian alalla toimivat ja sitä hyödyntävät yritykset

## 1. Johdanto

pyrkivät rakentamaan ympärilleen kehittäjäyhteisöjä, joista muodostuu liiketoiminnallisia ”ekosysteemeitä”. Niissä sekä kumppanit että käyttäjät osallistuvat tuotteiden ja palveluiden kehitystyöhön. Arvoa luodaan toisiinsa kytkeytyneiden toimijoiden verkostoissa, jotka tyypillisesti rakentuvat veturiyritysten teknologia-alustojen määrittämiin puitteisiin.

Myös kuluttajien alati kasvava vaatimustaso ajaa kohti entistä kokonaisvaltaisempien liiketoimintakonseptien muodostamista, joissa palveluilla on lisääntyvä rooli. Käytettävyys, esteettisyys, elämyksellisyys ja loppukäyttäjien hyödyt vievät myös osaltaan suuntaan, jossa yksittäisten toimijoiden on yhä vaikeampi vastata näihin haasteisiin yksin. Verkottunut ja systeeminen liiketoimintaympäristö vahvistuu myös tämän trendin myötä.

Edellä kuvatut muutostekijät kukin osaltaan ovat olleet vaikuttamassa siihen, että systeemisen muutoksen näkökulma on noussut näkyvään asemaan myös innovaatiopolitiikassa. Keskeisimmät viime aikoina laaditut innovaatiopolitiittiset linjaukset ja strategiat korostavat systeemisen muutoksen ja innovaatiopolitiikan tarvetta. Kansallisessa innovaatiostrategiassa systeemisyydellä viitataan kokonaisvaltaiseen kehittämisotteeseen, joka sovittaa yhteen toimiala- ja politiikkasektorit sekä toiminnan eri vertikaaliset tasot. Strategia peräänkuuluttaa kokonaisten järjestelmien kokonaisvaltaista uudistamista ja rakenteellista kehittämistä osaratkaisujen sijaan. Julkishallinnossa tämä edellyttäisi strategisen ohjauksen vahvistamista (Valtioneuvosto 2008).

Suomen innovaatiojärjestelmän kansainvälisen evaluaation suorittanut arviointiryhmä esitti myös näkemyksensä innovaatiopolitiikan suunnasta. Ryhmä samastaa systeemisen innovaatiopolitiikan erityisesti laaja-alaiseen innovaatiopolitiikkaan, joka perustuu systeemisten (politiikka)ongelmien tunnistamiseen sekä sektoreiden väliseen koordinaatioon (OPM & TEM 2009).

Työ- ja elinkeinoministeriön laatimassa kysyntä- ja käyttäjälähtöisen innovaatiopolitiikan toimenpideohjelmassa systeemisellä toimintatavalla viitataan lähestymistapaan, jolla kokonaisvaltaisesti parannetaan innovaatioiden kysyntää, hyväksyttävyyttä ja markkinoille pääsyä. Keskeistä tässä on julkisen sektorin yhteisten tavoitteiden määrittely ja toteuttaminen muiden politiikkasektorien, kuten ympäristö-, sosiaali- ja terveysalojen, kanssa (TEM 2010).

Tekesin strategiassa korostetaan puolestaan suuria yhteiskunnallisia uudistuksia ja taloudellisia menestystarinoita, jotka edellyttävät monialaista järjestelmäkehitystä (Tekes 2011). Tämä edellyttää perinteisten toimialojen ja sektorien välisten rajojen ylittämistä sekä yhteistyöverkostojen uudenlaisia toimintatapoja. Systeemisten muutosten läpivienti edellyttää Tekesin näkemyksen mukaan koko

järjestelmän tasoista tahtotilaa muutoksille sekä sujuvaa julkisen, yksityisen sekä kansalaisyhteiskunnan yhteistyötä. Suomen mahdollisuutena nähdään järjestelmä-tasoisten kokeilujen ja uudistusten edelläkävijän rooli, joka voi perustua maan toimintakulttuuriin, kokoon ja tekniseen edistyksellisyyteen.

Sitra on viime vuosina kohdistanut kehittämispanoksiaan erityisesti systeemi-sen muutoksen edistämiseen. Sitra keskittyy strategiansa mukaan ohjelmissaan ja toiminnassaan muutamaa keskeiseen systeemiseen muutokseen suomalaisessa yhteiskunnassa. Se pyrkii edistämään muutoksia sekä yhteiskunnallisen kehitystyön että toimialojen uudistamisen kautta. Systeemisten muutosten globaalin edelläkävijän rooli korostuu Sitran linjauksissa Suomen mahdollisuutena.

\*\*\*

Tarkastelemme käsillä olevassa julkaisussa systeemisyyden luonnetta kolmen tutkimussuuntauksen kautta.

Ensimmäinen niistä koskee innovaatiojärjestelmien tutkimusta. Se pohjautuu pitkälti institutionaaliseen ja evolutionääriseen taloustieteeseen sekä tieteen ja teknologian sosiologiaan. Keskeisiä tästä keskustelusta esiin nousevia näkökulmia ovat innovaatiotoiminnan epälineaarinen eli systeeminen luonne sekä markkinoiden ja instituutioiden epätäydellinen toiminta, joka aiheuttaa rajoitteita innovaatiojärjestelmän toimintaan sekä uudistumiskykyyn.

Toinen tutkimussuuntaus on liikkeenjohdon sekä teknologiajohtamisen tutkimus, jossa näkökulmana on yrityksen liiketoiminnan ja tuotekehityksen organisointi. Keskeinen tästä tutkimuksesta nouseva käsite on systeeminen innovaatio, joka on ympäröiviin järjestelmiin ja ympäristöön kiinteästi kytkeytynyt tuote, palvelu tai ratkaisu. Erotuksena autonomiseen innovaatioon, systeemisen innovaation kehittäminen ja kaupallistaminen edellyttää muutoksia sitä tukeviin tuoteisiin, palveluihin, toimintakäytäntöihin ja infrastruktuuriin.

Kolmas tutkimussuuntaus, sosioteknisten järjestelmien muutos, on näkökulmista laajin, sillä se pyrkii käsitteellistämään yhteiskunnallisen ja taloudellisen muutoksen luonnetta sekä luomaan käsitteitä kokonaisvaltaisten siirtymien hallintaan. Sosioteknisten järjestelmien muutoksessa keskeisiä käsitteitä ovat järjestelmien siirtymät eli transiitot sekä usealla tasolla tapahtuvan muutoksen hallinta. Keskeinen tutkimussuuntausta ohjaava kysymys on ollut, miksi monet yhteiskunnallisesti tärkeät innovaatiot eivät leviä ja juurru hyvinvointia ja ekologisesti kestävää kehitystä edistävällä tavalla.

## 1. Johdanto

Eri tutkimussuuntauksia yhteen sitovana punaisena lankana toimii kysymys siitä, miten yhteiskunnallisen ja liiketoiminnallisen ympäristöjen monimuotoisuus ja siinä vaikuttavien tekijöiden vuorovaikutus edistävät tai ehkäisevät uusien innovaatioiden syntyä. Kullakin traditiolla on oma ”sisääntulokulmansa” tähän hankalaan kysymykseen, vaikka taustalta löytyy myös suuntauksia yhteensitovia elementtejä, kuten sukulaisuus niin sanotun evolutionaarisen taloustieteen piirissä kehitettyjen ajatusten kanssa.

Kysymys innovaatiotoimintaan vaikuttavista tekijöistä ja niiden vuorovaikutuksesta on lopulta kuitenkin niin laaja ja monisyinen, että yhden tutkimussuuntauksen ja siinä käytettyjen käsitteiden ja empiirisen evidenssin varassa sitä tuskin on mahdollista tyhjentävästi selittää. Näkökulmat täydentävät toisiaan, ja joutuessaan tekemisiin toistensa kanssa ne ehkä antavat tilaa myös uusille oivaluksille ja lähestymistapojen kehittymiselle. Julkaisun lopuksi keskustelemmekin lyhyesti tässä käsiteltyjen lähestymistapojen vahvuuksista sekä siitä, miten ne toimivat systeemisyttä koskevaa keskustelua jäsentävinä käsitteinä toisiaan täydentäen.

## **2. Systemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa**

**Antti Pelkonen**

### **2.1 Johdanto**

Kansallisia innovaatiojärjestelmiä (*national innovation systems, NIS*) koskeva tutkimus on perinteisesti ollut innovaatiojärjestelmätutkimuksesta näkyvintä ja tunnetuinta, ja se on tunnetusti saanut laajalti myös vahvan aseman innovaatiopolitiikan käsitteistössä (Sharif 2006; Miettinen 2002). Kansallisen innovaatiojärjestelmätutkimuksen ohella innovaatiotutkimuksessa on kuitenkin laaja joukko muita systeemikäsitteistöä hyödyntäviä tutkimussuuntauksia, joilla on eriävissä määrin yhtymäkohtia toistensa kanssa. Osa näistä lähestymistavoista, esimerkiksi innovaatioiden ekosysteemiajattelu, on viime aikoina noussut yhä vahvemmin myös politiikanteon keskeiseksi käsitteeksi eräissä maissa (esim. Fukuda & Watanabe 2008).

Tässä luvussa käsitellään innovaatiotutkimuksen innovaatiojärjestelmiä koskevia tutkimustraditioita ja eritellään niiden yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia sekä pyritään erityisesti tarkastelemaan sitä, mitä systeemisyydellä innovaatiojärjestelmiä koskevassa tutkimuksessa tarkoitetaan. Vaikka systeemisyys on innovaatiojärjestelmätutkimuksen ydinkäsite, ei ole yksiselitteistä, mitä sillä tarkoitetaan, kun kysymys ei ole teknisistä järjestelmistä. Eri lähestymistavat nojaavat systeemitulkinnoissaan myös erilaisiin teoriataustoihin.

## 2.2 Innovaatiotutkimuksen systeemilähestymistavat

Yleisesti ottaen systeemilähestymistavat innovaatiotoimintaan lähtevät erosta lineaarisen ja vuorovaikutteisen (tai systeemisen) innovaatiotoiminnan mallin välillä. Lineaarinen malli korostaa formaalia tietoa ja tiedontuotantoa ja t&k-toimintaa ja erityisesti perustutkimusta, josta edetaan soveltavan tutkimuksen ja kehitystyön kautta markkinoille. Systeeminen tai vuorovaikutteinen malli puolestaan korostaa sitä, että uusi tieto ja teknologiat kehittyvät epalinearisissa prosesseissa ja vuorovaikutteisissa suhteissa useiden toimijoiden verkostoissa (Johannessen 2009). Koko systeemiajattelu lähtee näkemyksestä, että innovaatiotoiminta tapahtuu ja innovaatiot syntyvät vuorovaikutteisesti. Yleisesti ottaen systeemilahestymistapojen voidaan katsoa perustuvan kolmeen käsitteelliseen perusajatukseseen (Smith 2000, 80).

Ensimmäinen keskeinen ajatus on se, että taloudellinen toiminta pohjautuu pitkälti institutionaalisiin tekijöihin. Instituutioilla viitataan tässä sekä lainsaadantoon perustuviin että sosiaalisesti maarittyviin ”pelisaantoihin” (esim. tapoihin). Institutionaalisisessa taloustieteessä näiden pelisaantojen keskeisiksi funktioiksi nahdaan perinteisesti epävarmuuden vähentäminen taloudellisessa toiminnassa, konfliktien ja yhteistyön hallitseminen sekä kannusteiden luominen. Borras (2004, 427) lisaa näiden kolmen geneerisen funktion lisäksi keskeisiksi tehtäviksi osaamisen luomisen sekä rajojen maarittelyn toimijoiden toiminnalle.

Systeemilahestymistavoissa nahdaan, että erilaiset institutionaaliset järjestelyt tai rakenteet johtavat erilaiseen taloudelliseen toimintaan ja tuloksiin. Vaikka instituutioiden merkitystä korostetaan systeemilahestymistavoissa, instituutioita koskeva tutkimusta on pidetty edelleen diffuusina ja hajanaisena (esim. Doreux & Parto 2005; Edquist 2005a, 186). Usein kaytetyja erotteluja instituutioiden tarkastelussa ovat erottelut formaalien ja epäformaalien instituutioiden (esim. tapojen, rutiinien), regulatoristen instituutioiden (formaalien ”pelisaantojen”, joita sanktioidaan: lakien, sopimusten, normien), normatiivisten instituutioiden (arvojen, vastuiden jne.) ja kulttuuris-kognitiivisten instituutioiden (odotusten, visioiden, mentaalisten mallien jne.) välillä (Coenen & Dıaz Lopez 2009, 7–8).

Innovaatiojarjestelmissa tärkeitä instituutioita ovat esim. patenttilait ja yliopistojen ja yritysten välisiä suhteisiin vaikuttavat saadokset ja normit. Borras (2004, 428–429) on maaritellyt kymmenen tehtavaa, joita instituutiot spesifisti innovaatiojarjestelmissa maarittavat ja joihin ne vaikuttavat: tiedon levittäminen, tiedon hyödyntäminen, työmarkkinoiden regulointi, innovaatiotoiminnan rahoitus, riskien vähentäminen, teknologisen diversiteetin vähentäminen, tiedon käytön



## 2. Systeemisyiden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

kontrollointi, toimijoiden ryhmittäminen (*alignment*), innovaattoreiden opastus. Näitä toteuttavat sekä epäformaalit että formaalit instituutiot.

Toiseksi, systeemilähestymistavat perustuvat ajatukseen siitä, että kilpailuetu on seurausta moninaisuudesta (*variety*) ja erikoistumisesta. Tämä saa aikaan polkuriippuvuutta, joka puolestaan vahvistaa järjestelmänomaisuutta (Smith 2000, 80). Kolmas keskeinen perusta on se, että teknologinen tieto syntyy ja sitä kehitetään vuorovaikutteisessa oppimisprosessissa. Teknologinen tieto on yleensä luonteeltaan hajautunutta eri toimijoiden kesken (*'distributed knowledge bases'*), ja näin ollen toimijoiden täytyy olla vuorovaikutuksessa jollain tapaa, jotta tietoa voidaan soveltaa.

Systeemiajattelun lähtökohta on siis se, että yritykset eivät innovoi eristyksissä vaan vuorovaikutuksessa ja myös riippuvuussuhteissa ympäristönsä kanssa. Vuorovaikutussuhteita ja riippuvuuksia on monella tasolla: 1) yrityksen sisällä (esim. yrityksen sisällä menestyksekkäs innovaatio perustuu vuorovaikutukseen ja monisuuntaiseen palautteeseen erilaisten osaamisten ja tietomuotojen välillä: markkinointi, rahoitus, tuotekehitys jne.). 2) yritysten väliset suhteet (asiakkaat ja toimittajat: menestyksekkäät yritykset ovat avoimia ympäristölleen), 3) muut organisaatiot (yliopistot, tutkimuslaitokset jne.) ja 4) laajemmat sosiaaliset, kulttuuriset, institutionaaliset tekijät, infrastruktuuri: institutionaalinen ja organisatorinen ympäristö, joka vaikuttavat yritysten toimintaan. Eräs keskeinen johtopäätös yritysten välisten suhteiden merkityksestä on se, että yhä useammin yritysten väliset suhteet eivät ole suoria markkinasuhteita vaan niissä tehdään yhteistyötä ja ne vaikuttavat yritysten teknologian kehittämiseen ja oppimiseen. Systeemi-teorioiden mukaan innovaatiot syntyvät tässä järjestelmässä/verkostossa, ja niiden perusargumentti on, että tämän järjestelmän ominaispiirteillä on merkittävä vaikutus yritysten innovaatiotoimintaan ja sen muotoihin (Smith 2000, 74, 92–93).

Systeemilähestymistavat korostavat vuorovaikutteisuutta ja toimijoiden keskinäisriippuvuutta. Modernin innovaatioteorian mukaisesti ne painottavat sitä, että innovaatioon johtava oppiminen ja tiedon luominen on vuorovaikutteista ja vuorovaikutus on monensuuntaista eri osaamista edustavien tahojen ja henkilöiden välillä. Innovatio on vuorovaikutteinen (systeeminen) prosessi, joka tapahtuu laajemmassa kontekstissa, ympäristössä, joka muodostaa ”järjestelmän”:

*”to understand innovation as an inherently social, interactive learning process is the defining feature of the systems approach to innovation. Moreover, the systems approach to innovation acknowledges that certain patterns of interaction are more pronounced than others because*

## 2. Systemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

*organisational behaviour and strategy is shaped (though not wholly determined) by various laws, rules, norms and routines (i.e. institutions). In short, a system of innovation is defined as networks of organisations and institutions that develop, diffuse and use innovations. To single out which organisations and institutions are determinants of innovation and technological change and in what way, it is common to ex-ante delineate the system boundaries and its components” (Coenen & Díaz López 2009, 6)*

Vaikka vuorovaikutus voi olla markkinaperusteista tai ei-markkinaperusteista, erityisesti kansallisia innovaatiojärjestelmiä koskevassa tutkimuksessa korostetaan ei-markkinaperusteisen vuorovaikutuksen, erityisesti vuorovaikutteisen oppimisen, merkitystä. Vuorovaikutuksen muotoja innovaatiojärjestelmässä ovat ainakin (Edquist 2005a, 196):

- Kilpailu: vuorovaikutteinen prosessi, jossa toimijat ovat kilpailijoita keskenään ja joka luo innovaatiokannusteita tai vaikuttaa niihin.
- Transaktio, kauppa (*transaction*): prosessi, jolla tuotteita ja palveluja vaihdetaan talouden toimijoiden välillä
- Verkostoituminen: prosessi, jossa tietoa siirretään yhteistyön ja pitkäaikaisten verkostojärjestelyjen avulla.

Edquistin mukaan systeemilähestymistapojen vahvuuksia ovat (2005a, 184–187; 2005b, 485):

- Se asettaa innovaatiotoiminnan ja oppimisprosessit huomion keskipisteeseen. Tässä suhteessa se eroaa niistä (taloustieteen) lähestymistavoista (uusklassinen taloustiede), jotka pitävät teknologista muutosta ja innovaatioita ulkokohtaisina tekijöinä (*exogenous*, ”musta laatikko”).
- Se on holistinen (pyrkii ottamaan huomioon kaikki innovaatiotoimintaan vaikuttavat tekijät ml. organisatoriset, sosiaaliset, poliittiset ja taloudelliset tekijät) ja poikkitieteellinen (omaksuu näkemyksiä eri tieteenoilta).
- Se omaksuu historiallisen ja evolutionaarisen näkökulman. Innovaatioprosessit muuttuvat ja kehittyvät ajan myötä, ja niihin vaikuttavat monet tekijät ja palaute/takaisinkytkentäprosessit (*feedback*), eli ne

## 2. Systemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

ovat evolutionäärisiä. Näin ollen ”optimaalista” innovaatiojärjestelmää ei voida määritellä.

- Se korostaa keskinäistä riippuvuutta ja ei-lineaarisuutta. Se perustuu näkemykseen, että yritykset eivät innovoi eristyksissä vaan vuorovaikutuksessa, jota luonnehtii vastavuoroisuus ja palautejärjestelmät useissa loopeissa. Innovaatioprosesseihin ei vaikuta ainoastaan järjestelmän osat vaan myös suhteet niiden välillä.
- Se käsittää sekä tuote- että prosessi-innovaatiot sekä näiden alakategoriat.
- Se korostaa instituutioiden merkitystä.
- Se korostaa järjestelmien välisiä eroja ja sitä, että eri järjestelmien vertailu on tärkeää (koska ei voida verrata olemassa olevia ”optimaaliseen” järjestelmään).

Lähestymistavan heikkouksia puolestaan ovat:

- Se on käsitteellisesti epämääräinen. Esim. instituutioilla eri tutkijat viittaavat eri asioihin, eivätkä kaikki erota niitä organisaatioista (vrt. yllä).
- Se on epämääräinen siinä, mitä systeemiin kuuluu, ts. missä ovat systeemin rajat.
- Lähestymistavan teoreettinen status on heikko. Se ei ole formaali teoria vaan ehkä pikemminkin lähestymistapa tai käsitteellinen keuhikko. Tässä mielessä keskustelua on käyty siitä, pitäisikö lähestymistapaa kehittää formaalin teorian suuntaan vai pitää joustavampana.

### 2.3 Systemilähestymistapojen moninaisuus

Innovaatiojärjestelmätutkimuksen suuntaukset eroavat lähtökohtaisesti siinä, millä perusteella järjestelmän rajat määritellään. Rajojen määrittely on tärkeää, jotta tiedetään, mitkä tekijät kuuluvat järjestelmään ja mitkä ovat sen ulkopuolisia tekijöitä (ympäristö). Järjestelmän rajat voidaan määrittää ainakin 1) maantieteellisesti (NIS, RIS ja LIS -tutkimus, ks. alla), 2) teknologisten alojen mukaan (teknologiset järjestelmät) 3) tuote- tai teollisuuden alojen mukaan (sektoraaliset järjestelmät, timanttimalli) sekä 4) toimintojen mukaan (Edquist 2005a; Coenen

## 2. Systeemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

& Diaz Lopez 2009, 7). Seuraavassa kuvataan tiivistetysti keskeiset innovaatio-tutkimuksen systeemilähestymistavat.

### 2.3.1 Alueellisesti määrittävät lähestymistavat

Innovaatiotutkimuksen moderni systeemilähestymistapa kietoutuu pitkälti kansallinen innovaatiojärjestelmä (*national innovation system, NIS*) -keskustelun ja tutkimusperinteen ympärille. Tällä tutkimussuuntauksella nähdään yleisesti olevan kaksi innovaatiotutkimukseen pohjautuvaa perustaa, joista on myös kehittyneet kaksi NIS-tutkimuksen pääsuuntausta (Godin 2009, 478).

Yhtäältä NIS-tutkimuksen perustalla on yritystason tutkimus teknologian käyttäjien ja tuottajien välisestä yhteistyöstä ja keskinäisriippuvuudesta teknologian kehityksessä (Bengt-Åke Lundvall ja kumppanit). Tässä tutkimuksessa korostettiin pitkäkestoista käyttäjä-tuottajayhteistyötä, jonka muodostumista teollinen erikoistuminen sekä yhtenäinen kulttuuri- ja politiikkaympäristö helpottivat. Lundvall ja kumppanit tutkivat Tanskan viennin erikoistumista ja esittivät, että hyvä kilpailukyky maataloustuotteissa perustui vahvoihin linkeihin maataloustuottajien ja erikoistuneiden toimittajien välillä. Analyysi kohdistui erityisesti oppimisprosesseihin (*search strategies and learning processes*) tällä alueella. Korostettiin käyttäjien ja tuottajien väliseen vuorovaikutteiseen oppimiseen perustuvaa teknologisten kompleksien kehittymistä. Erityisesti tanskalainen versio innovaatiojärjestelmätutkimuksesta on lähtenyt tältä perustalta ja sittemmin siirtynyt pitkälti korostamaan laajemmin vuorovaikutuksen ja vuorovaikutteisen oppimisen merkitystä innovaatiotoiminnassa. Tämä on pitkälti myös evolutionaarinen lähestymistapa (yritysten ja teollisuuden alojen kehittymiseen ja muotoutumiseen perustuva).

Toinen keskeinen perusta on Christopher Freemanin vuonna 1987 julkaisema Japani-tutkimus, jossa hän pyrki selvittämään Japanin sodanjälkeisen teollisen menestyksen taustaa. Freeman tarkasteli kansallisen tason politiikan ja sosiaalisten ja institutionaalisten tekijöiden merkitystä yritysten toiminnan muokkaajina. Tässä hän keskittyi neljään elementtiin: teollisuusministeriön (Ministry of International Trade and Industry MITI) rooli, yritysten t&k-toiminnan merkitys teknologioiden tuonnissa (ulkomaisen teknologian omaksuminen ja parantaminen), koulutuksen merkitys ja teollisuuden rakenne (*keiretsu*). Freemanin tutkimuksessa korostui politiikan, yrityshallinnon ja koulutuksen kombinaatio innovaatiotoimintaa määrittävinä ja Japanin menestystä selittävinä tekijöinä. Tämä on pitkälti päätöksentekoa korostava lähestymistapa.

## 2. Systemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

Yleisesti ottaen jälkimmäinen tutkimussuuntaus keskittyy instituutioiden rooliin tieteen ja teknologian edistämässä ja käsittelee enimmäkseen sitä, miten eri maat ovat organisoineet innovaatiojärjestelmänsä, esimerkkinä Nelsonin tutkimus *National innovation systems: a comparative analysis* (1993). Tässä perinteessä kansallinen innovaatiojärjestelmä on määritelty seuraavasti: ”*the network of institutions in the public and private sectors whose activities and interactions imitate, import, modify and diffuse new technologies*” (Freeman 1987, sit. Chang & Chen 2004, 19) ja ”*a set of institutions whose interactions determine the innovative performance*” (Nelson & Rosenberg, sit. Chang & Chen 2004, 19).

Godinin (2009) mukaan NIS-tutkimuksella oli kuitenkin myös vahvat juuret myös OECD:n toiminnassa 1960-luvulla ja OECD on vahvasti vaikuttanut yllä mainittuihin NIS-ajattelun perustoihin. Suhteessa näihin varhaisiin systeemin lähestymistapoihin NIS-tutkimus on painottanut Godinin mukaan kahta seikkaa. Ensinnäkin varhaiset systeemitarkastelut korostivat valtion roolia ja vastuuta järjestelmän toimivuudesta, kun taas NIS-suuntauksessa valtio nähdään edellytysten luojana ja siinä korostetaan eri toimijoiden välistä yhteistyötä. Toiseksi, varhainen keskustelu keskittyi pitkälti tutkimusjärjestelmään ja sen yhteyksiin muihin osatekijöihin ja alajärjestelmiin, mutta NIS-tutkimus on keskittynyt yrityksiin. NIS-lähestymistavassa lähtökohtana on, että muiden alajärjestelmien tulee kohdistaa ja suunnata toimintaansa yritysten suuntaan.

### **Ålborgin koulukunta**

Tanskalainen versio – Bengt-Åke Lundvallin johtama ns. Ålborgin koulukunta – on puolestaan Freemanin ja Nelsonin tutkimussuuntausta käsitteellisempi ja kohdistuu tietoon ja oppimisen prosesseihin, kuten *learning-by-doing*, *learning-by-using* jne. Lundvallin mukaan ålborgilaiset pyrkivät alun perin käsitteen avulla paremmin ymmärtämään taloudellista kasvua ja (ulkomaankaupan) erikoistumista pienissä avoimissa talouksissa, joissa on korkea tulotaso mutta vähän tiedeperusteisia yrityksiä. Käsitteen tarkoituksena oli myös kehittää standarditaloustieteelle vaihtoehtoinen analyttinen kehikko ja kritisoida sitä innovaatioihin ja oppimiseen liittyvien dynaamisten prosessien laiminlyönnistä (Lundvall 2007, 96). Käsitteellä pyrittiin myös kritisoidaan 1980-luvulla yleisesti politiikantekijöiden piirissä vallalla ollutta käsitystä kansainvälisestä kilpailukyvyistä, joka tuolloin ymmärrettiin käytännössä vain hintakilpailukyvyksi. Tällöin nähtiin, että kilpailukykyä voidaan pääosin nostaa vain laskemalla palkkatasoa tai devalvoimalla kansallinen valuutta.

## 2. Systemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

Lundvall erottelee kapean ja laajan määritelmän innovaatiojärjestelmille. Suppean määritelmän mukaan innovaatiojärjestelmä on ”*organisations and institutions involved in searching and exploring – such as R&D departments, technological institutes and universities*”. Laajan määritelmän mukaan siihen kuuluu ”*all parts and aspects of the economic structure and the institutional set-up affecting learning as well as searching and exploring – the production system, the marketing system and the system of finance present themselves as subsystems in which learning takes place*” (Lundvall 1992, sit. Smith 2000, 76). Erääksi ongelmaksiksi NIS-keskustelussa on nostettu näiden määrittelyjen sisällöt. Suppea määritelmä tuntuu turhan rajoittuneelta kiinnittyessään ainoastaan t&k-toiminnan piirissä toimiviin organisaatioihin ja instituutioihin. Vastaavasti laajasta määritelmästä tulee helposti niin kattava, että sen käyttökelpoisuus on niin tutkimuksessa kuin käytännön politiikanteossa on heikko (ks. Lemola 2000, 169).

Ålborgin koulukunnan innovaatiojärjestelmä-tutkimus perustuu neljään keskeiseen elementtiin (Lundvall 2007; Lundvall et al. 2002):

- 1) Uus-schumpeteriläinen uudelleentulkinta kansallisista tuotantojärjestelmistä. Innovaationäkökulma pyrittiin yhdistämään kansallisia tuotantojärjestelmiä koskevaan tutkimukseen. Samalla pyrittiin luomaan dynaamisempi malli ja korostettiin vertikaalisia yhteyksiä tuotantojärjestelmässä. Lisäksi tuotiin mukaan uusia elementtejä: tietovirrat käyttäjäsektoreilta, *learning by doing* ja *learning by searching* -näkökulmat, teollisten alajärjestelmien elinkaaren eri vaiheet, avoin talous analyttiseksi kehikseksi ja kysynnän laatu tärkeäksi elementiksi. Näiden muutosten myötä tutkimuksen kohteena oli yhä selvemmin uuden teknologian kehitys käyttäjä- ja tuottajasektoreiden välisessä vuorovaikutuksessa.
- 2) Empiirinen tutkimus kansainvälisen kaupan kotimarkkinateoriasta. Havaittiin kotimarkkinoiden keskeinen rooli Tanskan viennin erikoistumisessa (Lundvall et al. 2002, 218).
- 3) Mikrotaloudellinen lähestymistapa innovaatioon vuorovaikutteisena prosessina. Tässä innoittajina toimivat Freemanin ja muiden SPRUn tutkijoiden empiiriset tutkimukset sekä Nelsonin ja Winterin markkinoiden ja yritystoiminnan evolutionaarinen teoria. Näiden tutkimusten mukaan menestys innovaatio toiminnassa on pitkälti riippuvaista pitkäaikaisista suhteista ja läheisestä vuorovaikutuksesta yrityksen ulkopuolisten toimijoiden kanssa. Tässä suhteessa erityisesti ns. *chain-linked-model* (Kline & Rosenberg) nähtiin vaihtoehtona lineaariselle mallille.

## 2. Systemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

Toinen keskeinen havainto oli, että näiden eri toimijoiden välisten suhteiden täytyi olla ei-markkinasuhteita (*non-price relationships*). Näitä suhteita kuvattiin organisoitujen markkinoiden (*organised markets*) käsitteellä, jossa elementteinä ovat valta, luottamus ja lojaalisuus. Havainto oli, että innovaatioita voi syntyä ainoastaan näiden yhteistyö- ja koordinaatiosuhteiden avulla, sillä puhtaat markkinasuhteet ei pystyisi välittämään laadullista tietoa tuottajien ja käyttäjien välillä. Jotta tätä dynamiikkaa voitaisiin parhaiten ymmärtää, Ålborgin koulukunnan mielestä oli parasta kiinnittää huomiota vuorovaikutteiseen oppimiseen eikä vain markkinatransaktioihin. Kolmas tärkeä havainto oli, että erilaiset kansalliset kontekstit tarjoavat erilaisia mahdollisuuksia organisoitujen markkinoiden rakentamiseen ja vuorovaikutteisen oppimisen prosessien toteutumiseen (esim. pitkäaikainen perinne yritysten välisissä suhteissa Japanissa vs. etäisemmät ”*arm’s length*” -suhteet anglosaksisessa maailmassa). Myös tutkimukset luottamuksen tärkeydestä sekä vaikeuksista hiljaisen tiedon siirrossa korostivat kansallisen kontekstin merkitystä innovaatiotoiminnassa: edellytykset pitkäaikaiselle vuorovaikutteiselle oppimiselle syntyvät helpoiten jos on vähän kielellisiä ja kulttuurisia rajoitteita hiljaisen tiedon siirrolle ja jos monenväliset luottamussuhteet on helposti organisoitavissa.

NIS-konseptin taustalla onkin hyvin pitkälti kumuloitunut empiirinen tutkimustieto siitä, että innovaatio on vuorovaikutteinen prosessi (Lundvall 2007, 98). Tässä mielessä sitä voidaan pitää myös *grounded theory* -tyyppisenä lähestymistapana.

- 4) Näkemys instituutioista innovaatiotoiminnan muokkaajana. Aalborgilaisten kiinnostus vuorovaikutteiseen oppimiseen ja kansallisten rajojen merkitykseen nostivat esiin kansallisesti järjestettyjen instituutioiden merkityksen innovaatiotoiminnalle. Instituutiot nähtiin normeina, tapoina ja sääntöinä, jotka ovat syvään juurtuneita yhteiskunnissa, ja niillä on merkittävä rooli siinä, miten ihmiset ovat kanssakäymisessä toistensa kanssa ja miten he oppivat ja käyttävät tietoa. Innovaatioihin perustuvassa ja epävarmuuksien luonnehtimassa taloudessa instituutioilla nähtiin olevan merkittävä vaikutus siihen, miten talouden toimijat käyttäytyvät ja miten koko järjestelmä toimii.

Innovaatiotoiminnan näkökulmasta Lundvall ja kumppanit (2002, 220) korostavat kolmea instituutiota, joiden suhteen eri maat myös eroavat toisistaan selvästi: toimijoiden aikahorisontti (esim. yritysjohtamisen lyhyen aikavälin perspektiivi anglosaksisessa maailmassa vs. japanilainen pitkäaikavälin näkökulma), luotta-

## 2. Systemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

muksen rooli (luottamuksen määrä vaikuttaa pitkälti siihen, missä määrin vuorovaikutteista oppimista voi tapahtua) ja vallitseva rationaalisuuden muoto (*actual mix of rationality*; instrumentaalinen, strateginen, vuorovaikutteinen rationaliteetti). Näiden epäformaalien instituutioiden ohella lukuisat formaalit institutionaaliset järjestelyt – esim. omaisuuden suoja ml. IPR, sopimuslainsäädäntö, yrityslainsäädäntö, oikeusjärjestelmä ja työmarkkinat – ovat luonnollisesti tärkeitä talouden toiminnassa.

Kaiken kaikkiaan Ålborgin versio kansallisesta innovaatiojärjestelmästä korostaa luottamuksen ja hiljaisen tiedon merkitystä. Tämä viittaa siihen, että kansallisilla innovaatiojärjestelmillä on suurin merkitys niillä sektoreilla, joilla luottamuksella ja hiljaisella tiedolla suuri merkitys innovaatiotoiminnassa, kuten esim. tuoteinnovaatioissa, joita erikoistuneet tuottajat tuottavat ammatillisille käyttäjille. Kaikentyyppisissä innovaatioissa nämä tekijät eivät ole yhtä tärkeitä, ja joillain sektoreilla etäisemmät suhteet eri toimijoiden välillä voivat olla toimivampia. Näillä osin sektoraalisten innovaatiojärjestelmien globalisoituneet toimintamallit voivat olla osuvampia.

Ålborgilaiset tarkastelevat innovaatiojärjestelmiä kahdesta näkökulmasta (Lundvall et al. 2002, 220). Yhtäältä he ovat kiinnostuneet (tuotanto)järjestelmän rakenteesta – mitä järjestelmässä tuotetaan ja mitä osaamista kehitetään? Toinen näkökulma viittaa institutionaalisiin järjestelyihin – miten tuotanto, innovaatiotoiminta ja oppiminen tapahtuvat. Tässä mielessä innovaatiojärjestelmä muodostuu kahdesta elementistä: tuotantorakenteesta (*structure of production*) ja institutionaalisista olosuhteista (*institutional set-up*) (Borrás 2004, 426). Kiinnostava tutkimuksen alue on se, miten nämä kaksi linkittyvät ja kehittyvät suhteessa toisiinsa.

Kansallisen innovaatiojärjestelmäkeskustelun inspiroimana syntyi 1990-luvun alussa alueellisia innovaatiojärjestelmiä (*regional innovation systems, RIS*) tarkasteleva tutkimussuuntaus. Alueellisia innovaatiojärjestelmiä käsittelevä tutkimus korostaa instituutioiden ja organisaatioiden merkitystä innovaatiivetoisen alueellisen kehityksen edistämiseksi. Alueellinen innovaatiojärjestelmä voidaan määritellä esim. ”alueen tuotantojärjestelmän innovaatiotoimintaa tukevana institutionaalisenä infrastruktuurina” (Asheim & Gertler 2005, 299). Suuntaus korostaa sitä, että usein suuri osa systeemisen lähestymistavan korostamasta vuorovaikutuksesta ja keskinäisriippuvuuksista on alueellisesti tapahtuvaa, erityisesti esim. erikoistuneita toimittajia. Alueellisten järjestelmien ”systeemistä” luonnetta vahvistaa myös alueellinen kulttuuri – olemassa oleva asenteiden, arvojen, normien, rutiinien ja odotusten kokonaisuus – joka vaikuttaa tuntuvasti siihen,



## 2. Systemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

kuinka yritykset ovat vuorovaikutuksessa toistensa kanssa aluetaloudessa (Ibid. 300). RIS-tutkimuksen tausta on pitkälti aluetieteen ja talousmaantieteen piirissä, ja alun perin NIS-tutkijat Lundvallia myöten suhtautuivat negatiivisesti käsitteeseen (Cooke 2001, 949). Käsitteen taustalla on kuitenkin myös aiempia kytkentöjä innovaatiotutkimukseen mm. evolutionaarisen taloustieteen, Schumpeterin tutkimusten sekä Erik Dahménin *development block* -käsitteen kautta. Jälkimmäinen käsite on hyvin lähellä porterilaista klusteri-käsitettä (Cooke 2001, 950).

Alueellisia innovaatiojärjestelmiä koskevassa tutkimuksessa käytetään myös käsitettä (alueellinen) systeeminen innovaatio. Sillä viitataan alueelliseen ”innovaatiokykyyn”, jossa peruselementit eri toimijoiden (yritykset, yliopistot, tutkimuslaitokset, teknologiakeskukset jne.), toimijoiden välisen tietoisuuden, vuorovaikutuksen ja verkostojen sekä institutionaalisen perustan osalta ovat olemassa (Cooke 2001). Cooke (2001, 960–961) erottelee korkean innovaatiopotentiaalain omaavien alueiden piirteitä alueiden infrastruktuurien, instituutioiden sekä yritysten organisoitumisen ja poliittisen hallinnan tasoilla.

Alueellisia innovaatiojärjestelmiä lähelle tulee alueellisia teollisia järjestelmiä (*local industrial systems LIS*) koskeva tutkimus (Saxenian 1996). Tässä lähestymistavassa painopiste on pitkälti alueellisissa kulttuurisissa ja kilpailutekijöissä, joiden nähdään johtavan eri alueilla erilaisiin yhteistyön, kollektiivisen oppimisen, keskittymisen ja hierarkian muotoihin. Nämä alueellisen toiminnan muodot puolestaan johtavat eroihin kyvyssä sopeutua muuttuviin teknologia- ja markkinaolosuhteisiin. Lähestymistavan lanseeranneen AnnaLee Saxenianin klassinen tutkimus käsitteli Piilaaksoa ja Bostonin Route 128:aa kahtena hyvin erilaisena alueellisena teollisena järjestelmänä. Piilaakso nähtiin verkostopohjaisena teollisena järjestelmänä, joka pohjautuu vahvoihin sosiaalisiin verkostoihin ja joka tukee yritysten kollektiivista oppimista ja joustavaa sopeutumista, kun taas Route 128:n teollinen järjestelmä perustuu suuryrityksiin, jotka toimivat hyvin itsenäisesti. Yritysten ja sen asiakkaiden, toimittajien ja kilpailijoiden välisiä suhteita luonnehtii salassapito ja yrityksen sisäinen lojaalisuus, joka vahvistaa alueen stabiilisuutta ja itsenäisyyttä korostavaa alueellista kulttuuria. LIS-lähestymistavassa kulttuuriset tekijät ja identiteetit nähdään tärkeinä alueellisen järjestelmän muodostajina.

Viime aikoina on puhuttu yhä enemmän myös innovaatioiden ekosysteemeistä uudenlaisena metaforana tai lähestymistapana innovaatiotoimintaan (ks. esim. Tobias et al. 2006; Smith 2006). Ekosysteemin käsite on lainattu evoluutiobiologiasta ja se viittaa itseohjautuvuuteen ja vuorovaikutukseen. Ekosysteemeissä kehitys tapahtuu siten, että elävät organismit sopeutuvat ja mukautuvat ympäris-

## 2. Systeemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

töönä ilman ulkopuolista interventiota. Ekosysteemeillä on siten sisäinen dynamiikkansa, joka uusintaa (tuottaa) eri lajien ja ympäristön välisiä suhteita. Ekosysteemin peruspiirteet ovat: sopeutuvuus ympäristön muutoksiin, itseohjautuvuus eli kyky ylläpitää itseään muutoksissa, elementtien suhteellinen autonomia ja samalla keskinäinen riippuvuus ja jatkuva elementtien syntyminen, muuttuminen ja häviämisen prosessi (Hautamäki 2008). Innovaatiotutkimuksessa ekosysteemien käsitettä ovat hyödyntäneet etenkin uusevolutionaarisen taloustieteen edustajat, jotka ovat sen avulla pyrkineet ymmärtämään teollisuuden alojen, yliopistojen ja valtioiden monimutkaisia suhteita eri maissa ja eri alueilla. Keskeistä ekosysteemiajattelussa on näkemys näiden suhteiden muuttumisesta dynaamiseen ympäristöön sopeutumalla (Papaioannou et al. 2009, 321).

Ekosysteemiajattelussa keskeistä on myös paikallisuuden korostaminen. Innovaatioiden ekosysteemi nähdään ennen kaikkea paikallisten toimijoiden järjestelmänä ja se muodostuu yrittäjistä ja heidän perustamistaan yrityksistä, yritystoiminnan edellytyksiä luovista rakenteellisista tekijöistä (instituutiot) sekä vuorovaikutusta edistävästä dynaamisista tekijöistä (esim. yhteistyö, liikkuvuus, sosiaaliset verkostot, yrittäjyyskulttuuri jne.). Esimerkiksi Hautamäen (2008, 92) mukaan innovaatioiden ekosysteemi on ”paikallinen yritysten, tutkimuslaitosten ja osajien verkosto, joka tuottaa jatkuvasti uusia ideoita ja testaa niiden kaupallisia mahdollisuuksia”. Ekosysteemi-käsitettä on sovellettu myös yritysten ja organisaatioiden toiminnan tasoilla.

### 2.3.2 Teollisuuden tai teknologian alan mukaan määrittyvät lähestymistavat

Sektoraalisia innovaatiojärjestelmiä (*sectoral innovation systems, SIS*) koskevassa tutkimuksessa järjestelmän määritelmä perustuu teollisuuden alaan tai sektoriin (tai tuotteeseen tai tuoteryhmään), esim. autoteollisuus, kemianteollisuus, rakentaminen jne. Määritelmä ei siis ole teknologiapohjainen. Kirjallisuudessa sektoraalinen innovaatiojärjestelmä on määritelty seuraavasti: ”*Sectoral system of innovation and production is a set of new and established products for specific uses and the set of agents carrying out market and non-market interactions for the creation, production and sale of those products. Sectoral systems have a knowledge base, technologies, inputs and demand*” (Malerba 2002, 248). Sektori muodostuu siis tiettyjen tuotteiden tai tuoteryhmien tuottamiseen kiinnittyvästä toiminnasta, toimijoista ja vuorovaikutuksesta. Vaikka määritelmä korostaa tuo-

## 2. Systemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

tannon ja innovaatiotoiminnan yhteyttä, esim. Franco Malerba on korostanut, että innovaatiojärjestelmä voidaan nähdä analyttisesti erillisenä järjestelmänä.

Lähestymistapa perustuu ajatukseen siitä, että eri sektoreilla vallitsevat erilaiset teknologiset regiimit, joita luonnehtivat mm. teknologisen tiedon kumulatiivisuuden aste ja relevantti tietopohja. Myös innovaatiotoiminta eroaa suuresti eri sektoreilla. Lähestymistavan taustalla on myös ajatus siitä, että sektoraalisella innovaatiojärjestelmällä on usein sekä lokaali, kansallinen että globaali ulottuvuutensa ja että ne vaikuttavat yhtä aikaa. Sektoriaalisia innovaatiojärjestelmiä koskeva tutkimus tukeutuu teoreettisesti evolutionaariseen taloustieteeseen, josta nousevat keskeiset käsitteet, kuten oppiminen, tieto, osaaminen ja dynamiikka, sekä NIS-tutkimukseen, josta ovat peräisin painotus vuorovaikutukseen ja verkostoihin. Näiden lisäksi se on ammentanut sektorien muutosta koskevasta tutkimuksesta sekä sektorien rajoja ja keskinäisriippuvuutta tarkastelevasta tutkimuksesta (Malerba 2002, 248–249).

Kuten sektoraalisissa innovaatiojärjestelmissä, Michael Porterin timanttimalissa järjestelmän määritelmä perustuu teollisuuden alaan tai sektoriin. Yritysten toimintaympäristön, eli timantin, keskeiset tekijät mallissa ovat tuotannontekijäolot (osaaminen, teknologiat, pääoma jne.), kysyntätekijät (erityisesti vaativa kysyntä, esim. teknisesti vaativat asiakkaat), linkit muihin teollisuuden aloihin sekä yrityksen rakenne, strategia ja kilpailutilanne. Näiden lisäksi on kolme ulkoista tekijää, jotka vaikuttavat kaikkiin timantin osiin: julkinen valta, sattuma ja kansainväliset liiketoimet. Klusterin kilpailukyvyyn nähdään muodostuvan timantin eri tekijöiden dynaamisen vuorovaikutuksen tuloksena. Vaikka taloudellista toimintaa tarkastellaan teollisuudenaloittain, toiminnan ei nähdä tapahtuvan eristyksessä toisistaan vaan osana toimijoiden ja toimintojen klustereita. Keskeistä nimenomaan ovat yritysten väliset ja toimialojen keskinäiset kytkennät, eivät niiden väliset rajat. Klusterilähestymistavan lähtökohtana on verkostosuhteiden hahmottaminen, kuten kilpailusuhteet, tuotekehitysyhteistyö jne. Klusterimallissa korostetaan kilpailua ja markkinasuhteita, ja se kiinnittää vähemmän huomioita ei-markkinaperusteiseen vuorovaikutukseen ja muihin toimijoihin kuin yrityksiin. Näin ollen se muodostaa kapeamman näkemyksen järjestelmästä kuin esim. kansallisia innovaatiojärjestelmiä koskeva tutkimussuuntaus (Carlsson et al. 2002, 236). Porterilainen klusteritarkastelu on yleensä myös maantieteellisesti rajattu, sillä se ottaa kansallisvaltion rajaaman toimintaympäristön tarkastelukehikoksi (esim. Hernesniemi et al. 1995).

Kahta edellä mainittua lähestymistapaa lähelle tulee myös teknologisia järjestelmiä (*technological systems*) koskeva tutkimus. Erotuksena sektoraalisia inno-

## 2. Systeemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

vaatiojärjestelmiä koskevasta tutkimuksesta tässä lähestymistavassa järjestelmän rajat määrittävät teknologian alan kautta. Etenkin silloin, kun huomio kohdistuu geneerisiin teknologioihin, tarkastelu voi käsittää monia sektoreita (esim. bioteknologian soveltaminen mm. lääke- ja elintarviketeollisuudessa sekä maataloudessa). Teknologiset järjestelmät on määritelty tässä tutkimussuuntauksessa seuraavasti: ”*network(s) of agents interacting in a specific economic/industrial area under a particular institutional infrastructure or set of infrastructures and involved in generation, diffusion and utilisation of technology. Technological systems are defined in terms of knowledge or competence flows rather than flows of ordinary goods and services. They consist of dynamic knowledge and competence networks.*” (Coenen & Diaz Lopez, 2009, 11.) Kansalliset rajat eivät näin ollen välttämättä määritä teknologisia järjestelmiä, ja vastaavasti yhdessä maassa voi olla monia tai ainakin useita teknologisia järjestelmiä. Teknologiset järjestelmät usein leikkaavatkin sekä maantieteellisiä rajoja että sektoraalisia rajoja. Käytännössä järjestelmän rajojen määrittely on usein vaikeaa, sillä teknologiat ovat käytännössä läheisesti kytkeytyneitä ja useasti kyse on pikemminkin teknologioiden jatkumosta kuin erillisistä teknologioista (Carlsson et al. 2002; Markand & Truffer 2008, 600).

Teknologisten järjestelmien keskeiset elementit ovat yritysten liiketoiminnallinen osaaminen, yritysten klusterit ja verkostot (vuorovaikutus yritysten eri kompetenssien välillä), institutionaalinen infrastruktuuri sekä kehitysblokit (*development blocks*), jotka muodostavat järjestelmän dynaamisen elementin ja kehityspotentiaalin. Teknologisissa järjestelmissä markkina- ja ei-markkina-perusteista vuorovaikutusta nähdään tapahtuvan kolmessa keskeisessä verkostossa: tuottaja-ostajasuhteet, ongelmanratkaisuverkostot ja epämuodolliset verkostot. Näistä ongelmanratkaisuverkostojen nähdään määrittävän pitkälti teknologisen järjestelmän luonteen ja rajat: keskeistä on se, mistä järjestelmän eri toimijat hakevat apua teknisten ongelmien ratkaisemiseen.

Yllä mainittujen tutkimussuuntausten ohella on olemassa myös muita enemmän tai vähemmän lähellä olevia systeemikäsitettä käyttäviä lähestymistapoja: triple helix (Etzkowitz & Leydesdorff), suuria teknologisia järjestelmiä koskeva tutkimus (teknologian historia; Hughes), sosiotekniset järjestelmät (Geels ym.) (ks. myös Smith 2000, 78–80; Lundvall 2007, 100). Jossain määrin rinnakkaisia tai lähellä olevia käsitteitä ovat myös *social systems of innovation* (Amable et al.) ja *national business systems* (Whitley).

Eräs merkittävä ja kokonaisvaltaisesti laajoja talouden ja yhteiskunnan muutoksia pitkällä jännteellä tarkasteleva tutkimussuuntaus on ollut lähinnä taloushistoriaa

## 2. Systeemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

edustava ”taloudellisten syklien teoria”. Lähestymistavan juuret ovat 1920-luvulla N. D. Kondratjevin työssä, ja siksi niitä onkin usein kutsuttu ”Kondratjevin sykleiksi”. Hänen keskeinen havaintonsa oli, että taloudessa on paitsi lyhytaikaisia suhdannevaihteluita, myös pidempiä, noin 50 vuoden jäniteellä toteutuvia pitkiä taloudellisia syklejä. Näkökulmaa ovat viime vuosikymmeninä kehittäneet etenkin Carlota Perez (esim. 2002) sekä Chris Freeman ja Francisco Louca (esim. 2001). Heidän näkökulmanaan on keskeisesti, että talouden pitkät syklit juontuvat teknis-taloudellisista paradigman muutoksista. Uusi pitkä taloudellinen nousukausi palautuu lähtökohdiltaan aina uuteen vallankumoukselliseen teknologiaan ja sen hyödyntämiseen. Tällaisia syklejä ovat saaneet aikaan esimerkiksi vesivoiman käyttöönotto, höyryvoima ja sähköistys. Viimeisimpänä vaiheena nähdään informaatio- ja kommunikaatioteknologian käyttöönoton käynnistämä pitkä aalto.

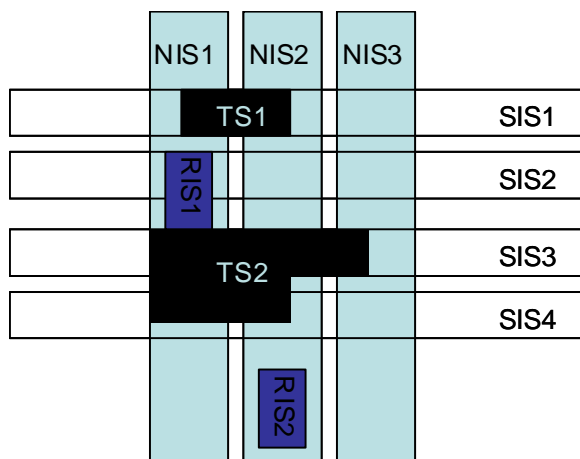
Systeeminäkökulmaan teoria liittyy erityisesti siten, että uuden teknologian ei nähdä sellaisenaan riittävän selittämään uutta taloudellista nousukautta, vaan uuden teknologian koko potentiaalin käyttöönotto edellyttää yhteiskunnan toimintojen, rakenteiden ja instituutioiden sopeutumista siihen laajemmin. Esimerkiksi yhteiskuntapolitiikan on muututtava yhdessä yritysten organisaatiomallien kanssa, jotta uuden teknologian täysipainoinen hyödyntäminen mahdollistuu. Näin ollen kyse on laajemmin monien yhteiskunnallisten ja taloudellisten tekijöiden monimutkaisesta vuorovaikutuksesta ja säätelystä.

### 2.4 Lähestymistapojen eroja ja yhtäläisyyksiä

Yllä kuvatuilla lähestymistavoilla on eriävissä määrin yhtymäpintoja toistensa kanssa. Teoreettiselta taustaltaan lähimpänä toisiaan ovat kansallinen, alueellinen ja sektoraalinen innovaatiojärjestelmätutkimus, jotka kaikki pohjaavat evolutionaariseen taloustieteeseen. Evolutionaarisen taloustieteen ydin on teknologisen muutoksen tutkimisessa, ja se korostaa teknologisen muutoksen kontekstisidonnaista luonnetta ja tähdentää instituutioiden merkitystä sekä toimijoiden epätäydellistä tietoa ja rajoittunutta rationaalisuutta (Borras 2004). Tämän ohella NIS-, RIS- ja SIS-tutkimukset nojautuvat teoreettisesti myös muihin traditioihin. Esimerkiksi ålborgilainen NIS-traditio on ammentanut myös oppimisen teorioista ja RIS-tutkimus aluetieteestä. Edquistin mukaan näillä kolmella onkin systeemilähestymistavoista eniten yhteistä toistensa kanssa, ja hän nimittääkin niitä generisiksi ”*systems of innovation*” -lähestymistavoiksi (Edquist 2005a, 184).

## 2. Systemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

Kuten yllä todettiin, lähestymistavoissa määritellään järjestelmän rajat eri tavoin mutta samalla eri järjestelmät voivat leikata toisensa. Kuvassa 1 esitetään potentiaalisia suhteita kansallisten innovaatiojärjestelmien, sektoraalisten innovaatiojärjestelmien, teknologisten järjestelmien ja alueellisten innovaatiojärjestelmien välillä. Kansalliset ja alueelliset järjestelmät ovat ensisijaisesti maantieteellisesti rajattuja, kun taas sektoraaliset innovaatiojärjestelmät leikkaavat usein maantieteelliset ja alueelliset rajat. Teknologiset järjestelmät puolestaan leikkaavat yleensä sekä alueellisia että sektoraalisia rajoja.



Kuva 1. Mahdollisia yhtymäkohtia kansallisten, alueellisten ja sektoraalisten innovaatiojärjestelmien sekä teknologisten järjestelmien välillä (muokattu Markand & Truffer 2008, 600).

Vaikka kaikkien innovaatiojärjestelmä lähestymistapojen yhteisenä piirteenä on instituutioiden roolin korostaminen, suuntausten välillä on eroja siinä, kuinka vahvan roolin ne antavat instituutioille järjestelmän elementteinä. Tässä suhteessa alueperusteiset innovaatiojärjestelmä lähestymistavat ovat antaneet enemmän painoarvoa instituutioille ja ovat olleet – ainakin jossain määrin – johdonmukaisempia instituutioiden käsittelyssä. Kuitenkin, kuten edellä on todettu, myöskään NIS- ja RIS-tutkimuksissa instituutioiden käsittely ei ole ollut yhtenäistä ja täysin koherenttia. Koherentti ja johdonmukainen näkemys instituutioista on puolestaan nähty etenkin sektoraalisia innovaatiojärjestelmiä ja teknologisia järjestelmiä koskevan tutkimuksen heikoksi kohdaksi (Coenen & Díaz-Lopez, 2009, 16). NIS-tutkimusta on toisaalta kritisoitu siitä, että se painottaa liikaakin instituutioita (eikä tarpeeksi tiedon leviämistä) (David & Foray 1995). Eri lähestymistavat painottavat myös erilaisia instituutioita. Esimerkiksi ekosysteemiajattelu korostaa

## 2. Systemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

markkinainstituutioiden merkitystä (Papaioannou et al. 2009), kun taas perinteisemmässä innovaatiojärjestelmätutkimuksessa (NIS-, RIS- ja SIS-tutkimukset) ei-markkinaperusteisilla instituutioilla on merkittävä rooli (Ibid. 324). Samoin LIS-tutkimuksessa ei-markkinaperusteisilla instituutioilla, kuten kulttuurisilla arvoilla ja alueellisilla identiteeteillä, on keskeinen merkitys.

Lähestymistavat eroavat myös siinä, mitä toimijoita ja elementtejä ne katsovat järjestelmään kuuluvan. Teknologia- tai teollisuudenalaperustaiset lähestymistavat (SIS, TIS, timanttimali) ovat olleet lähtökohtaisesti yrityskeskeisiä tutkimussuuntauksia. Ne korostavat yrityksiä toimijoina ja näkevät yritykset innovaatiotoiminnan päätoimijoina. Vaikka muitakin toimijoita, kuten yliopistot, rahoitajaorganisaatiot, valtion virastot ja laitokset jne., huomioidaan etenkin sektoraa-lisia innovaatiojärjestelmiä koskevassa tutkimussuuntauksessa, ne ovat olleet toissijaisia. Tässä suhteessa kansallisia ja alueellisia innovaatiojärjestelmiä koskevat tutkimussuuntauksukset ovat olleet laaja-alaisempia. Lähestymistavat eroavat myös siinä suhteessa, lukevatko ne innovaatioiden (eli uusien teknologioiden tai tuotteiden) kuuluvan osaksi järjestelmää. Sektoraalisia innovaatiojärjestelmiä koskevassa tutkimuksessa tuotteet ovat osa järjestelmää, kun taas teknologisia järjestelmiä koskevassa tutkimuksessa ja NIS-tutkimuksessa tuotteet nähdään yleensä järjestelmän tuotoksina (Markand & Truffer 2008, 599).

Eri lähestymistavoilla on myös erilainen tulkinta innovaation käsitteestä (Howells & Roberts 2000, 18–19). Osa NIS-perinteen alla kirjoittavista tutkijoista (esim. Nelson ja Rosenberg) ovat keskittyneet määritelmällisesti pääasiassa teknologisiin innovaatioihin, samoin kuin teknologisia järjestelmiä koskevassa tutkimuksessa. Osassa NIS-tutkimusta, kuten ålborgilaisessa traditiossa sekä Freemanin Japani-tutkimuksessa, näkemys innovaatioista on ollut laajempi käsittäen myös mm. institutionaaliset innovaatiot (Lundvall ym.) ja sosiaaliset ja koulutukselliset innovaatiot (Freeman). Porterilaisessa klusteriajattelussa puolestaan innovaatiotoiminnalla ja oppimisella ylipäänsä ei ole yhtä keskeistä asemaa kuin innovaatiojärjestelmätutkimuksessa yleisesti ottaen (Lemola 2000, 167).

Lähestymistavat eroavat myös siinä suhteessa, miten ne analysoivat muutosta ja dynamiikkaa. Kansallinen innovaatiojärjestelmä -tutkimusta on paljon kritisoitu siitä, ettei se ota kykene analysoimaan järjestelmien muutosta. Johtuen kansallisten järjestelmien laajuudesta ja kompleksisuudesta tutkimus on ollut pitkälti staattista ja vertailevaa (Carlsson et al. 2002, 236). Sektoraalisia innovaatiojärjestelmiä ja teknologisia järjestelmiä koskeva tutkimus on ehkä paremmin varustautunut muutoksen ja dynamiikan tarkasteluun. SIS-tutkimuksessa muutos nähdään evolutionaarisenä prosessina, jossa muutoksen taustalla on tuotteiden,

## 2. Systeemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

teknologioiden ja yritysten tasolla syntyvä monimuotoisuus (*variety*). Erityisesti uusien toimijoiden tulo järjestelmään (esim. spin-offit) nähdään tärkeänä muutoksen aikaansaajina. Valinta (*selection*) puolestaan vähentää moninaisuutta ja poistaa 'tehottomat' yritykset. Valinta tapahtuu joko markkinoiden kautta tai ei-markkinaperusteisesti (esim. sotilas- ja terveydenhuoltojärjestelmät). Muutokset sektoraalisissa järjestelmissä syntyvät järjestelmän eri elementtien (mm. tieto, teknologia, toimijat, instituutiot) yhteiskehityksen (*co-evolutionary process*) seurauksena. Suuntaus korostaa näin ollen vähittäistä muutosta (Coenen & Diaz-Lopez 2009, 20–21). Teknologisia järjestelmiä koskevassa tutkimuksessa pääpaino on nousevissa teknologioissa, jotka eivät ole vielä lyöneet läpi. Teknologiset järjestelmät muuttuvat teknologisten tai tuotemuutosten sekä teknologioiden välisten suhteiden muutosten kautta. Nämä muutokset voivat ajan myötä muuttaa myös koko teknologisen järjestelmän rajoja (Carlsson et al. 2002, 239–241).

Ekosysteemitutkimus eroaa muusta innovaatiojärjestelmätutkimuksesta lähtökohtaisesti erilaisen teoreettisen taustansa sekä ulkoisiin muutoksiin sopeutumista korostavan ajattelun kautta. Ekosysteemi-ajattelu onkin uutena lähestymistapana innovaatiojärjestelmäkeskusteluun, ja esimerkiksi Antti Hautamäki (2008, 93–94) on esittänyt ekosysteemilähestymistavan vievän teoreettista ajattelua eteenpäin kahdessa suhteessa. Ensinnäkin sen nähdään tarjoavan vaihtoehdon perinteiselle lineaariselle innovaatiomallille. Voidaan kuitenkin kysyä, miten se tässä suhteessa eroaa perinteisestä innovaatiojärjestelmä-ajattelusta, joka on nimenomaan noussut lineaarisen innovaatioajattelun vastapainoksi.

Toiseksi, John Kaon kritiikin pohjalta Hautamäki näkee sen tarjoavan vaihtoehdon porterilaiselle klusterimallille. Klusterimallin ongelmiksi tässä katsannossa nähdään: 1) keskittyminen suuriin, vakiintuneisiin yrityksiin, jolloin painotetaan olemassa olevaa teollisuutta, ei uutta yritystoimintaa, 2) alueen tai maan vahvuuksien tarkastelu eristyneenä muusta maailmasta, mikä on ongelmallista nykyisessä palveluvetoisessa innovaatiotaloudessa, jossa arvoketjut ovat globalisoituneet, ja 3) ns. painottomien riskiyrityksien – eli globaaleja tietoverkkoja hyödyntävien yritysten, joiden perustamiskustannukset ovat varsin pieniä – huomiotta jättäminen (näiden osalta olennaista on se, että ne eivät tarvitse klusterirakennetta menestyäkseen).

Edelleen voidaan todeta, että nämä varmasti ovat paikkansa pitäviä kritiikkejä klusteritutkimusta kohtaan mutta eivät vielä argumentoi sen puolesta, miksi juuri ekosysteemilähestymistapa (eikä jokin muu) olisi hedelmällinen lähtökohta tutkimukselle. Esimerkiksi alueellisia innovaatiojärjestelmiä koskevassa tutkimuksessa pystytään ottamaan kolme yllä mainittua ulottuvuutta huomioon.



## 2. Systeemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

Ekosysteemiajattelua kohtaan osoitettu myös vahvaa kritiikkiä. Kritiikin mukaan ekosysteemiajattelussa korostetaan liikaa ulkoisiin muutoksiin sopeutumista ja mukautumista, ja täten se luo liian harmonisen kuvan innovaatiotoiminnasta ja alueiden kehityksestä (Papaioannou ym. 2009). Biologiasta lainatun ekosysteemiajattelun ongelmaksi muodostuu se, ettei se ota huomioon kehityksen historiallista juurtuneisuutta eikä sosiaaliseen toimintaan yleisesti liittyviä politiikan, ideologioiden, konfliktien ja valtataistelun ulottuvuuksia. Kritiikin mukaan innovaatiojärjestelmien kehitystä ei selitä funktionaalinen sopeutuminen vaan pikemminkin historialliset, rakenteelliset ja kulttuuriset tekijät, joihin ekosysteemiajattelu ei kiinnitä huomiota.

Kokonaisuutena innovaatiojärjestelmätutkimusta on kritisoitu myös siitä, ettei se pysty tarjoamaan riittävän syvällistä kuvaa tiedon luomisen ja leviämisen prosesseista innovaatiotoiminnassa (Howells & Roberts 2000). Howells ja Roberts peräänkuuluttavat innovaatiojärjestelmätutkimukselta (johon lukevat omassa tulkinnassaan ainakin NIS-, RIS-, SIS- ja TIS-tutkimukset) parempaa analyysiä siitä, miten tieto siirtyy innovaatiojärjestelmässä ja esittävät, että innovaatiojärjestelmä-näkökulmaa tulisi täydentää tiedon järjestelmä -näkökulmalla. Heidän näkemyksessään tiedon järjestelmä (*knowledge system*) on laajempi ja vähemmän täsmällisesti määritelty kuin innovaatiojärjestelmä. Se toimii innovaatiojärjestelmän taustalla, sen eräänlaisena ”perusinfrastruktuurina”: ”*a knowledge system represents an underlying knowledge and learning framework and pool for the more specific process of innovation and hence system of innovation*”.

### **2.5 Mitä systeemisyydellä tarkoitetaan innovaatiojärjestelmiä koskevassa tutkimuksessa?**

Innovaatiojärjestelmä-lähestymistavoissa systeemisyydellä viitataan pitkälti toimijoiden väliseen vuorovaikutukseen, keskinäisriippuvuuteen, vuorovaikutteiseen oppimiseen sekä institutionaalisen ympäristön merkitykseen. Tässä mielessä tulkinta systeemisyydestä nousee sosiaalisesti määrittyneeltä perustalta. Innovaatiojärjestelmätutkimuksen tulkinta systeemisyydestä eroaakin esimerkiksi liikkeenjohtamisen kirjallisuudessa käytetystä systeemisyyden käsitteestä, jossa systeemisyyden on pitkälti teknisesti määrittyneitä.

Pohjimmiltaan innovaatiojärjestelmätutkimuksessa järjestelmä muodostuu innovaatiotoiminnan kannalta merkityksellisistä elementeistä sekä elementtien välisestä vuorovaikutuksesta (Cooke et al. 1997, 478). Kuten edellä todettiin lähestymistavat eroavat kuitenkin jossain määrin siinä mitä elementtejä ne kat-

## 2. Systeemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

sovat järjestelmään kuuluvan. Lundvallin (2007, 100–101, 110) mukaan systeemi-termin käytöllä pyrittiin NIS-tutkimuksessa alun perin viittaamaan siihen, että kokonaisuus on enemmän kuin osiensa summa ja että vuorovaikutus ja keskinäiset suhteet toimijoiden ja elementtien välillä ovat yhtä tärkeitä kuin toimijat ja elementit itse. Lisäksi innovaatioprosessit voidaan nähdä mikro- ja makrotasojen ja ilmiöiden välisenä vuorovaikutuksena, jossa makrorakenteet muokkaavat mikrotason prosesseja ja toisin päin. Nämä systeemit tulee ymmärtää kompleksisina kokonaisuuksina, joissa keskeistä ovat yhteismuutos (co-evolution) ja itseorganisointuminen. Käytännössä systeemi-termi on johtanut kuitenkin siihen, että joissain tapauksessa politiikan tekijät ovat tulkinneet että innovaatiojärjestelmää voidaan helposti rakentaa, hallita ja manipuloida ja että erityisesti esimerkiksi alueellisia systeemejä voidaan helposti rakentaa ”tyhjästä”.

Innovaatiojärjestelmätutkimuksen systeemisyyden käsite on kuitenkin jossain määrin epämääräinen. Pelkkä vuorovaikutus ja toimijoiden keskinäisriippuvuus ei välttämättä sinänsä tee toiminnasta vielä systeemistä (vrt. esim. Asheim & Gertler 2005, 299). Voidaankin kysyä, riittääkö keskinäisriippuvuus tekemään yhteistyöstä (tai verkostoista) systeemin? Kuinka voimakasta keskinäisriippuvuuden ja vuorovaikutuksen tulee olla, jotta voidaan puhua ”systeemistä” (Cooke et al. 1997, 476; myös Borrás 2004). Tässä mielessä voidaan myös ajatella, että järjestelmät voisivat olla empiirisesti enemmän tai vähemmän systeemisiä, ja näin ollen systeemisyyden käsite on viime kädessä empiirinen kysymys. Yleisesti ottaen systeemin käsite innovaatiojärjestelmätutkimuksessa onkin pitkälle metafora. Voidaan toisaalta kuitenkin myös kysyä, onko järjestelmä tai systeemi liian vahva metafora ja olisiko pikemminkin syytä puhua verkostoista? Tähän suuntaan viittaa se, että käytännössä eri tutkimussuuntauksissa usein järjestelmä määritellään verkoston termiä käyttämällä (ks. yllä esim. teknologisia järjestelmiä koskeva määrittely). Huomionarvoista on myös se, että tässä innovaatiojärjestelmiä koskevissa tutkimustraditioissa ei käytetä juurikaan systeemisyyden käsitettä sinänsä vaan puhutaan nimenomaan innovaatio toiminnan systeemisestä mallista (innovaatio prosessina, ei lopputulemana).

Systeemisyyden näkökulmasta innovaatiojärjestelmätutkimusten ongelmaksi voidaan nähdä se, että ne ovat lähteneet pikemminkin operationaaliseen kuin käsitteelliseen näkökulmasta (Cooke et al. 1997, 478). Tutkimusten pääpaino on ollut kuvauksissa toimijakategorioista (valtio, yliopistot, tutkimuslaitokset, yritykset) ja niiden vuorovaikutuksesta instituutioiden ja politiikan kanssa (Liu & White 2001). Systeemitason tarkastelu ja systeemitason selittävät tekijät jäävät

## 2. Systeemisyyden käsite innovaatiojärjestelmiä käsittelevässä tutkimuksessa

tällöin vähälle huomiolle, koska pääasiallinen kiinnostus kohdistuu eri toimijoiden rooleihin sekä instituutioiden ja politiikkojen merkitykseen.

Liu & White (2001) kritisoivatkin sitä, että lähestymistavassa järjestelmän elementit otetaan (lähestulkoon) annettuina. He ovatkin esittäneet vaihtoehdoisen lähestymistavan, jolla päästäisiin yleisemmälle tasolle ja lähemmäs systeemitason tarkastelua. Heidän ehdottamassaan lähestymistavassa ei lähdetäisi tietyistä toimijakategorioista (valtio, yliopisto jne.) vaan viidestä perustoiminnosta (tutkimus, tuotanto, käyttö, vuorovaikutus ja koulutus). Toimijoita puolestaan käsiteltäisiin yleisemmällä tasolla tarkastelemalla ensisijaisia toimijoita (jotka toteuttavat joitain viidestä perustoiminnosta) ja toissijaisia toimijoita (jotka vaikuttavat ensisijaisten toimijoiden toimintaan tai niiden väliseen vuorovaikutukseen). Lisäksi tarkasteltaisiin instituutioita, jotka vaikuttavat molempiin toimijaryhmiin. Kun innovaatiojärjestelmätutkimuksessa kysytään yleensä toimijakeskeisiä kysymyksiä (mikä on toimijan x rooli tai merkitys?), Liun ja Whiten lähestymistapa johtaa systeemitason kysymyksiin järjestelmän rakenteesta (esim. missä määrin tai kuinka hyvin organisaatioiden väliset rajat vastaavat perustoimintoja?; toteuttavatko useat toimijat samoja perustoimintoja?; miten perustoiminnot on koordinoitu?), dynamiikasta (esim. miten toiminnot ja toimijat linkitetään järjestelmässä yhteen, jotta innovaatiot saadaan käyttöön?) ja tuloksellisuudesta (esim. mitkä ovat järjestelmän rakenteiden edut ja haitat tuloksellisuuden kannalta?). Omassa tutkimuksessaan Liu ja White soveltavat lähestymistapaansa Kiinan innovaatiojärjestelmän muuttumisen analysointiin.

## **3. Systemiset innovaatiot liikkeenjohtamisen tutkimuksessa**

**Ville Valovirta**

### **3.1 Johdanto**

Systemisen innovaation käsitettä on käytetty liikkeenjohdon ja teknologiajohtamisen tutkimuskirjallisuudessa 1980-luvulta lähtien. Käsitteen ensimmäisiä käyttäjiä oli David Teece, joka erotti toisistaan kahden tyyppiset innovaatiot: autonomiset ja systemiset (Teece 1984, 1988). Autonominen innovaatio on tuote tai komponentti, joka voidaan ottaa käyttöön muuttamatta muiden tuotteiden tai komponenttien luonnetta. Innovaatio on näin ollen itsenäinen eli autonominen. Systeminen innovaatio sitä vastoin edellyttää huomattavia muutoksia muihin komponentteihin, tuotteisiin tai osajärjestelmiin. Osien välinen keskinäisriippuvuus on suuri. Tästä johtuen innovaation suunnittelussa ja kaupallistamisessa tarvittavan koordinaation määrä kasvaa merkittävästi.

Kun systemisen innovaation aikaansaamiseksi tarvittavat osat ovat hajautuneet useiden toimijoiden tasolle, muodostuu innovaatiotoiminnan koordinoinnista haastavaa (Teece 1984, Langlois 1988, 1992). Kustannukset ja hyödyt jakaantuvat epätasaisesti ja niiden arviointi etukäteen on erittäin vaikeaa johtuen ennakoimattomista riippuvuussuhteista. Systemisen innovaation kehittämisen kokonaiskustannukset ovat myös merkittävästi korkeammat johtuen koordinoinnin määrän kasvusta. Korkeammat kustannukset syntyvät mm. tarpeesta suurempaan koordinaatioon, koulutukseen, osaamisen siirtämiseen, tiedon kodifiointiin sekä tiedon integrointiin (Gopalakrishnan & Bierly 2001).

### 3. Systemiset innovaatiot liikkeenjohtamisen tutkimuksessa

Koska systeemisen innovaation kaikki osat eivät usein ole yksittäisen yrityksen kontrolloitavissa eivätkä omistuksessa, tarvitaan täydentäviä investointeja tuotantojärjestelmän eri osiin. Useissa tapauksissa tarvitaan myös investointeja tuotetta ja sen käyttöä tukevaan infrastruktuuriin. Esimerkiksi auton kaupallistaminen on edellyttänyt investointeja teihin ja huoltoasemiin. Vastaavasti sähkön hyödyntäminen on edellyttänyt lamppeja, sähköntuotantoa, siirtolinjoja sekä teknisiä standardeja (Teece 2006). Kuljetuskonttien käyttöönotto puolestaan on edellyttänyt täydentäviä uudistuksia merikuljetuksissa ja terminaaleissa (Teece 1986).

Systeemisen innovaation käsitettä on käytetty analyttisenä välineenä jäsenettäessä innovaatioprosessin organisointitapoja. Kehitettävän innovaation luonteella on nähty olevan merkittävä vaikutus siihen, miten innovaatioprosessi on syytä organisoida. Keskeisenä argumenttina on pitkään esitetty, että systeemisen innovaation korkeat koordinoitukustannukset, hiljaisen tiedon merkittävä rooli sekä riskit puoltavat vertikaalisesti integroitua liiketoimintamallia (Teece 1984, Langlois 1992, Chesbrough & Teece 1996). Integrointi parantaa tiedonkulkua ja investointisuunnitelmien koordinoitua. Se myös parantaa kustannusten ja hyötyjen arviointia. Integroinnin puuttuessa on tyypillistä, että osapuolet ovat haluttomia ryhtymään kehittämis- ja kaupallistamistyöhön epävarmuuksien vallitessa (Teece 1984). Integroitu liiketoimintamalli mahdollistaa myös helpommin uusien kyvykkyyksien muodostamisen, sillä informaatio leviää organisaation sisällä vaivattomammin kuin niiden välillä (Robertson & Langlois 1995). Markkinaperusteisten sopimussuhteiden nähdään puolestaan sopivan paremmin autonomisten innovaatioiden kehittämiseen, sillä hajautetut mallit tuovat joustavuutta ja lisäävät vaihtoehtojen määrää (Langlois 1992).

Laaja integroitu teollisuusyritys oli vielä 1980-luvulle asti vallitseva teollisen tuotannon muoto (Pavitt 2004). Sen jälkeen syntyi nopeasti edennyt muutos kohti yritysten keskittymistä ydinosaamisiin, minkä seurauksena tehtävien ulkoistaminen yleistyi merkittävästi. Chesbrough ja Teece (1996) korostavat, että innovaatiotoiminnan organisointimalli tulee valita kehitettävän innovaation luonteen perusteella. Autonomisen innovaation kehittäminen on mahdollista markkinoilla muodostettujen sopimusten perusteella. Systeeminen innovaatio edellyttää kuitenkin sellaisten osien kehittämistä, jotka eivät ole yrityksen omassa kontrollissa. Teeceen mukaan onkin järkevää integroida systeemiseen innovaatioon tarvittavien osien omistus yksiin käsiin edellä kuvattujen vaikeuksien ylittämiseksi (Teece 1984). Systeemisten innovaatioiden tapauksessa liian pitkälle menevä erikoistuminen voikin haitata yritysten innovaatiokykyä (Robertson & Langlois 1995).

### 3. Systemiset innovaatiot liikkeenjohtamisen tutkimuksessa

Tieto- ja viestintäteknologian kehityksen kiihtyessä ja teknologioiden konvergoituessa on käynyt ilmeiseksi, että tuotteet, teknologiat ja palvelut linkittyvät toisiinsa yhä tiiviimmin. Innovaatiot ovat lisääntyvissä määrin luonteeltaan systemisiä, eikä yksittäisillä yrityksillä ole enää mahdollisuutta hallita kokonaisia arvoketjua (de Laat 1999, Maula ym. 2005). Tieto- ja viestintäteollisuuden rakenteen muututtua samaan aikaan horisontaaliseksi, on de Laatin mukaan ainut toimiva mahdollisuus verkottua horisontaalisesti. Alliansseista ja verkostoista tulee vallitseva tapa organisoida myös innovaatiotoimintaa.

Verkottunut liiketoimintamalli on tämän ajatuskulun mukaan seurausta digitaalisten järjestelmien ja tuotteiden kehityksestä. Tieto- ja viestintäteknologian kehitystä ja organisointia koskevissa tarkasteluissa integroidun mallin rinnalle nouseekin vuosituhannen vaiheessa keskustelu verkottuneista liiketoimintamalleista, jotka toimivat kolmantena organisointitapana hierarkkisten ja markkina-perusteisten mallien lisäksi.

#### 3.2 Informaatio ja standardit

Chesbrough ja Teece (1996) korostavat informaation merkitystä innovaatioprosessissa. Kehitystyössä tarvittava kommunikointi helpottuu, mikäli informaatio on saatettu kodifioituun muotoon, kuten esim. vaatimusmäärittelyiksi ja standardeiksi. Systeminen innovaatio edellyttää kuitenkin tiedonvaihtoa ja monentyyppisten funktioiden keskinäistä koordinoitua koko tuotantojärjestelmässä. Tällainen tieto on tyypillisesti ei-kodifioidussa muodossa, eli se on ns. hiljaista tietoa, joka liikkuu hitaasti ja on vaikeammin siirrettävissä itsenäisten yritysten välillä.

Systemisen innovaation hyödyt voidaan saavuttaa vain toisiaan täydentävien innovaatioiden avulla. Kun tarvitaan joukko toisistaan riippuvaisia innovaatioita, itsenäiset yritykset eivät välttämättä kykene koordinoimaan niitä helposti yhteen. Tarvitaan standardeja, joiden aikaansaamiseksi ja edistämiseksi tarvitaan integroitumista, riittävää skaalaa sekä markkinajohtajuutta (Chesbrough & Teece 1996, 86). Standardit syntyvät yritysten tehdessä valintojaan kilpailevien teknologioiden suhteen – joko koordinoitusti tai erillisten valintojen kautta. Systemisen innovaation koordinoitua on erityisen vaikeaa silloin, kun toimialalla ei ole vallitsevia standardeja ja ne täytyy luoda.

### 3.3 Kompleksisuuden hallinta ja modulaarisuus

Systeemisen innovaation taustalla vaikuttaa teknologian ja tuotteiden kompleksisuus, joka synnyttää systeemisiä piirteitä. Kompleksisuuden määrä on kaiken aikaa kasvussa tuotteiden ja teknologian monimutkaistuesssa (Pavitt 2004). Keskeinen tapa hallita kompleksisuutta on rakentaa järjestelmistä modulaarisia eli jakaa kokonaisuus pienempiin osiin, joiden välinen vuorovaikutus on määritelty standardoitujen rajapintojen ja kokonaisarkkitehtuurin avulla. Modulaarinen järjestelmä näin ollen vähentää merkittävästi osien välisten riippuvuussuhteiden määrää ja tekee niistä ennakoitavia, mikä parantaa mahdollisuuksia hallita kompleksisuutta (Langlois & Robertson 1992).

Osiensa tasolla modulaarisuus lisää autonomisen innovoinnin mahdollisuuksia, jolloin nopea yrityksen ja erehdyksen kautta tapahtuva uudistuminen on mahdollista. PC-tietokone on tästä oiva esimerkki. Kysyntäpuolella modulaarisuus puolestaan mahdollistaa tuotteen hienosäätämisen erilaisiin käyttäjätarpeisiin. Modulaarisuus avaakin mahdollisuuden hajautettujen mallien hyödyntämiselle, sillä yritykset voivat saada tuottoa jakamalla teknologiansa yhteistyössä ja kilpailuasetelmassa olevan yritysverkoston hyödynnettäväksi (Langlois & Robertson 1992). Modulaarisuus lisää toimittajien mahdollisuuksia komponentteja koskevaan autonomiseen innovointiin.

Modulaarinen järjestelmä on tehokas autonomisten innovaatioiden tuottajana mutta kankea kun muutos on systeeminen. Modulaarinen järjestelmä lukitsee tietyt rajapintamääritykset, joiden muuttaminen vaatii pelisääntöjen uudelleen muodostamista (Langlois & Robertson 1992, 1993, Langlois & Garzarelli 2008). Modulaariset järjestelmät ovatkin taipuvaisia lukkiutumiseen.

Baldwinin (2010) mukaan yritykset voivat hyödyntää tuotearkkitehtuureihin liittyvää osaamistaan ja avaamalla arkkitehtuuria muuttaa systeeminen innovaatio sarjaksi autonomisia innovaatioita ja päinvastoin. Luomalla tuotearkkitehtuureja, jotka ovat joiltain osin avoimia ulkopuolisille tuotekehittäjille, yritykset pyrkivät yhä useammin muodostamaan tuotteistaan ”alustoja” täydentäville tuotteille ja innovaatioille (Gawer & Cusumano 2002, Ernst 2005, Gawer 2009). Esimerkkejä tällaisista alustoista ovat mm. Microsoft Windows, Google, Facebook, matkapuhelinten käyttöjärjestelmät, videopelikonsolit, luottokortit ja autojen polttokennojärjestelmät (Gawer 2009). Mitä enemmän alustan pohjalle syntyy täydentäviä innovaatioita, sitä enemmän se tuottaa arvoa alustalle ja sen käyttäjille suorien ja epäsuorien verkostovaikutusten kautta. Olemassa oleville

### 3. Systemiset innovaatiot liikkeenjohtamisen tutkimuksessa

alustoille muodostuu kasautuvaa etua, sillä kilpailijoilla on ajan myötä yhä vaikeampi ohittaa sitä (Gawer 2009).

Modulaarisuus voi kuitenkin vaikeuttaa arvonmuodostusta, sillä modulaarisuus lisää helposti kilpailua. Siksi yritykset saattavatkin välttää modulaarisuutta liiketoimintastrategiana (Henkel & Baldwin 2009).

Langlois ja Robertson ennakoivat jo 1990-luvun alussa, että modulaarisuuden merkitys tulee todennäköisesti kasvamaan joustavien tuotantomallien yleistyessä ja kuluttajatottumusten kehittyessä yhä sofistikoituneemmiksi (Langlois & Robertson 1992). Näin on pitkälti käynytkin. Modulaarisuus on lisääntynyt merkittävästi, vaikka kehitys onkin edennyt varsin epätasaisesti eri teollisuudenaloilla.

### 3.4 Kompleksiset tuotejärjestelmät

Systemisiä innovaatioita koskeva tutkimus on yhteydessä ns. kompleksisia tuotejärjestelmiä (CoPS) koskevaan tutkimukseen. Tässä tutkimusohjelmassa on luotu järjestelmällisiä tapoja tunnistaa kompleksisten tuotejärjestelmien piirteitä ja niissä vallitsevan dynamiikan merkitystä innovaatiotoiminnalle. Merkittävä osa teollisuustuotteista on luonteeltaan suuria ja kompleksisia tuotejärjestelmiä, jotka ovat pääomaintensiivisiä ja joita valmistetaan yksittäiskappaleina tai pienissä erissä. Tällaisia ovat mm. lentosimulaattorit, matkapuhelinverkot, lentokoneet, sähköntuotantojärjestelmät ja rautatiet (Davies 1997, Davies & Brady 1998).

Kompleksisia tuotejärjestelmiä koskevat innovaatiot ovat luonteenomaisesti systemisiä, sillä niissä vallitsee monimutkaisia riippuvuussuhteita osien, osajärjestelmien ja komponenttien välillä. Uuden komponentin tai rajapintoja välittävän teknologian valinta edellyttää sitoutumista standardiin. Uuden systemisen innovaation tulee olla yhdenmukainen olemassa olevan järjestelmän kanssa. Myös tulevien investointien tulee olla yhdenmukaiset valitun standardin kanssa (Davies & Brady 1998).

Edellä kuvatuista riippuvuussuhteista johtuen valtiolla, käyttäjillä ja toimittajilla on varsin lyhyt mahdollisuuksien ikkuna vaikuttaa muodostuvaan standardiin. Tietyn lähestymistavan ja sitä tukevan standardin valinta sitoo niin merkittäviä investointeja, että vaikuttaminen siihen investointipäätösten tekemisen jälkeen on erittäin vaikeaa (Davies & Brady 1998). Monimutkaisia tuotejärjestelmiä kehittäville yrityksille muodostuu varsinaisten kehittämiskustannusten lisäksi huomattavat ”uponneet kustannukset” tehtyjen valintojen vaikutuksista koko muuhun liiketoimintaan. Samasta syystä uuden innovaation kaupallistaminen



edellyttää olemassa olevan infrastruktuurin purkamista ennen laajamittaista käyttöönottoa (Davies & Brady 1998).

Brunoni ja Prencipe ovat tutkittuaan kompleksisia moniteknologisia tuotteita todenneet, että niiden kehittämistoiminnan organisoinnissa on syytä käyttää löyhästi kytkettyä verkosto-organisaatiota (2001). Tällaisen mallin keskeinen ominaisuus on yrityksen kyky järjestelmien integrointiin. Yritysten välisen työnjaon ja erikoistumisen syventyessä ja arvoketjujen pilkkoutuessa integrointiin liittyvä osaaminen on muodostunut tärkeäksi kilpailukyvyyn lähteeksi.

Järjestelmäintegraattorin rooli on noussut keskeiseksi liiketoimintastrategiaksi useilla aloilla. Tällaisen yrityksen keskeinen osaaminen liittyy järjestelmien integrointiin (Granstrand ym. 1997). Tällainen osaaminen perustuu suurelta osin hiljaiseen tietoon, organisaation toimintamalleihin sekä sosiaalisiin suhteisiin (Jaspers & van den Ende 2010). Se on näin ollen vaikeammin kopioitavissa ja siirrettävissä oleva osaamisalue.

## 3.5 Rakentamisen systemiset innovaatiot

Innovaatiotoiminnan systemisiä piirteitä on tutkittu myös toimialakohtaisessa tutkimuksessa. Erityisesti rakentamisen innovaatiotoimintaa on pyritty jäsentämään systemisen innovaation käsitteen avulla. Koska rakennus- ja kiinteistöalan arvoketjut pirstoutuvat pitkiksi toimittajaketjuiksi, on alaa muuttavilla innovaatioilla luonteenomaisesti systemisiä piirteitä.

Siirtyminen hierarkkisista organisaatioista projektiperustaiseen organisointiin on tehnyt systemisten innovaatioiden aikaansaamisen vaikeammaksi, koska yritysten välisten aktiviteettien koordinointi on vaikeaa (Taylor & Levitt 2004). Rakentamisen toimialalla projektiperustainen organisointimalli on vallitseva. Siellä systemisten innovaatioiden on todettu leviävän selvästi hitaammin kuin autonomisten ja inkrementaalisten innovaatioiden (Taylor 2005).

Pitkällä aikavälillä systemisisillä innovaatioilla on tyypillisesti kokonaistuotavuutta merkittävästi lisäävä vaikutus (Taylor 2005). Lyhyellä tähtäimellä ne saattavat kuitenkin tuoda huomattavia käyttöönottokustannuksia uusien toimintamallien omaksujille ilman, että ne pääsevät hyötymään vielä merkittävistä tuottavuushyödyistä. Tämä on omiaan hidastamaan systemisten innovaatioiden kehittämistä, käyttöönottoa ja leviämistä.

Koska rakentaminen on yhteiskunnallisesti vahvasti säädelty toimiala, voidaan regulaatiolla pyrkiä myös vaikuttamaan innovaatiotoiminnan aktivointiin. Erityisesti ns. suorituskykyyn pohjautuva regulaatio on nähty potentiaalisena tapana

### 3. Systemiset innovaatiot liikkeenjohtamisen tutkimuksessa

edistää systeemisten innovaatioiden kehittämistä ja käyttöönottoa. Suorituskykypohjaisessa sääntelyssä määritellään vähimmäisvaatimukset koko järjestelmän suorituskyvylle muttei juurikaan ohjata yksittäisten komponenttien teknistä luonnetta. Tämän on ajateltu suosivan systeemisten innovaatioiden muodostumista (Gann ym. 1998).

Laajoissa infrastruktuurihankkeissa on lisäksi todettu, että projektityöhön perustuva organisointi asettaa uuden teknologian käyttöönotolle ja systeemille uudistuksille haastavat aikarajoitteet.

#### 3.6 Avoin innovaatio

Viime aikaisissa tutkimuksissaan Chesbrough ja Teece ovat nostaneet esiin avoimen innovaation mallin, joka täydentää ja laajentaa systeemisen innovaation näkökulmaa. Avoin innovaatio pohjautuu lähtökohtaisesti monipuoliseen verkostoyhteistyöhön. Kun kehitettävä innovaatio on luonteeltaan systeminen, on yhteistyö tarpeellista toimittajien ja asiakkaiden lisäksi myös täydentävien tuotteiden valmistajien sekä useissa tapauksissa myös suorien kilpailijoiden kanssa (Maula ym. 2005).

Teollisuuden veturiyritykset toimivat tyypillisesti toimialoilla ”arkkitehtien” roolissa (Maula ym. 2005). Ne pyrkivät aktiivisesti muokkaamaan toimialan rakennetta sekä toteuttamaan tulevaisuuden ennakointia. Tärkeä väline on myös oman sitoutumisen voimakas viestiminen kehittämistavoitteista. Tämä voi osaltaan laskea pienempien kumppaneiden kokemaa riskiä kehittämistyöhön ryhtymisestä ja siten parantaa voimavarojen tehokasta jakaantumista (Maula ym. 2005).

#### 3.7 Yhteenveto

Systemisen innovaation näkökulma on ollut esillä liikkeenjohtamisen ja teknologian johtamisen kirjallisuudessa jo likimain kolmekymmentä vuotta. Sen avulla on pyritty kuvaamaan tuotteiden kytkeytyneisyyttä ja riippuvuutta sitä tukevista tuotteista, palveluista ja infrastruktuurista. Näkökulma on korostanut innovaatio-toiminnan erilaisia organisointitapoja tilanteissa, joissa kehitettävällä tuotteella on systeemisiä piirteitä. Alussa keskustelua käytiin hajautetun ja integroidun mallin välillä, mutta digitaalisen muutoksen edetessä rinnalle on tullut täydentävänä näkökulmana avoimen innovaation malli.

Systemisen innovaation näkökulmalla on tärkeitä liittymäpintoja rinnakkaisiin tutkimussuuntauksiin, joissa on tarkasteltu modulaarisuutta, kompleksisia

### 3. Systemiset innovaatiot liikkeenjohtamisen tutkimuksessa

tuotejärjestelmiä, tuote- ja teknologia-alustoihin nojautuvaa liiketoimintaa sekä systeemi-integraatiota. Kukin niistä pyrkii osaltaan jäsentämään innovaatiotoiminnan ja liiketoiminnan kompleksista luonnetta, jossa toimijoiden ja teknologioiden väliset riippuvuussuhteet ovat keskeisessä roolissa.

## **4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos**

**Mika Nieminen**

### **4.1 Johdanto**

Luvussa pyritään jäsentämään systeemisen innovaatiotoiminnan luonnetta erityisesti systeemiteoriasta voimakkaasti vaikutteita saaneiden sosioteknisten järjestelmien teorian sekä ns. systeemisen muutoksen suuntaamisteorian (transition management) näkemysten avulla. Kirjoituksen avaa lyhyt johdatus kompleksisten järjestelmien teoriaan. Katsaus monimutkaisten, itse-organisoiduvien ja sopeutuvien järjestelmien teorian peruskäsitteisiin taustoittaa ja auttaa ymmärtämään sosioteknisen muutoksen teoriassa ja systeemisen muutoksen suuntaamisteoriassa esitettyjä näkemyksiä innovaatioprosesseista sekä järjestelmätason muutosten tukemisesta ja ohjaamisesta.

Systeemisyys on usein innovaatiokirjallisuudessa itsestään selvä näkökulma, jonka luonnetta ei juurikaan pysähdytä miettimään (Ahrweiler 2010, 7–8). Tästä poiketen systeemiteoriasta julkilausutusti lähtökohtansa ammentava sosioteknisen muutoksen teoria on luonteeltaan selkeämmin analyttis-teoreettinen tutkimusta ohjaava käsitteistö. Esimerkiksi tutkimuskohteensa mukaan jäsentyvät kansallisten, alueellisten ja sektoraalisten innovaatiojärjestelmien tutkimustraditiot ovat kukin hyvin erilaisista lähtökohdista innovaatiotoimintaa jäsentäviä, eikä voida puhua varsinaisesta niitä yhteen liittävästä järjestelmäteoriasta. Systemi on usein heuristinen tai metaforinen käsitteistö. Systemisyys saa tästä selvästi vahvemman tulkinnan Frank W. Geelsin kehittämässä sosioteknisen muutoksen mallissa. Mallia voidaan pitää tällä hetkellä ehkä eräänä keskeisimpänä yrityksenä

jäsentää teknologista ja samalla laajemminkin yhteiskunnallista muutosta systeemiteoreettisesti. Kokonaisvaltainen yhteiskuntateoria se ei kuitenkaan Geelsin mukaan pyri olemaan, vaan ns. middle-range-teoria, joka yhdistää ja välittää teoreettisia ja empiirisiä näkökulmia yhden spesifin tutkimuskohteen alueella (Geels 2010, 508).

Kompleksisten järjestelmien teoria saa käytännöllisen sovelluksensa systeemisen muutoksen suuntaamisteorian yhteydessä esitetyissä näkemyksissä. Suuntaamisteorian taustat ovat yhtäältä yleisessä systeemiteoriassa ja toisaalta lähemmin ns. strategisten kokeilujen teoriassa (*strategic niche management*). Näistä lähtökohdista erityisesti hollantilaiset tutkijat ovat pyrkineet rakentamaan näkemystä pitkäaikaisen yhteiskunnallisen muutoksen tuottamisesta ja suuntaamisesta. Tavoitteena on jotakin yhteiskunnan toiminta-alueita koskeva muutos, joka kytkee toisiinsa useita erilaisia toimijoita ajallisesti ja paikallisesti sekä erilaisilla toiminnan tasoilla. Muutoksen suuntaamisessa on kyse järjestelmän monitahoisesta uusiutumisesta ja jopa radikaalista muutoksesta. Samalla lähestymistapa rakentaa linkin järjestelmäteorian ja käytännön politiikkatoimien välille ammentuen perusteensa systeemiteorian näkemyksistä.

Teorioiden esittely tarjoaa aineksia kirjoituksen lopuksi käytävälle keskustelulle siitä, mikä voisi olla niiden käyttöala ja rationaliteetti yhtäältä tutkimuksellisenä ja toisaalta politiikkaa jäsentävänä ja ohjaavana perspektiivinä.

## 4.2 Kompleksisten järjestelmien teoria

Tärkeän avaimen järjestelmä-ajattelun ymmärtämiselle antavat ne metaforat, joiden avulla järjestelmiä kuvataan. Järjestelmä ymmärretään erilaiseksi riippuen siitä, kuvataanko sitä esimerkiksi mekaanisin vai biologiasta lainatuin käsittein ja kuvin. (Bausch 2002, 417) Vielä 1600- ja 1700-luvuilla järjestelmiä kuvattiin pitkälti mekaanisin ja fyysisin käsittein. 1800-luvulta alkaen puolestaan biologiasta ja evoluutioteoriasta lainatut metaforat muotoutuivat järjestelmä-ajattelun valtavirraksi. Vasta 1900-luvun loppupuolella nämä näkemykset korvautuivat erilaisilla dynaamisemmilla ja muutosta korostavilla prosessimalleilla ja metaforilla. Prosessimalleissa yhteiskunta nähdään jatkuvasti tulemisensa tilassa olevaksi dynaamiseksi ja kompleksiseksi avoimessa vuorovaikutuksessa toiminnan ja rakenteiden välillä muodostuvaksi kokonaisuudeksi. (ibid. 418–420)

Kompleksisten järjestelmien teoria edustaa varsin selkeästi yhteiskunnan prosessina näkevää teoreettista suuntausta. Toisaalta senkin yhteydessä puhutaan esimerkiksi sosiaalisten systeemien tasapainotiloista, kuten biologisissa ja fyysi-

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

kaalisissa järjestelmissä. Kompleksisten järjestelmien teorian kehitys kytkeytyykin yleisen järjestelmäteorian kehitykseen, ja siinä on löydettävissä piirteitä useista edeltäneistä systeemiteorian virtauksista. (Rotmans & Loorbach 2009, 185–188) Kokonaisuutena kompleksisten järjestelmien teoria on pikemminkin erilaisten lähestymistapojen joukko kuin selkeärajainen teoria. Esimerkiksi sosiologian alla on nykyisin löydettävissä useita erilaisia variaatioita kompleksisten verkostojen analyysistä sosiokybernetiikkaan ja organisaatioteoriaan.

Kompleksisten järjestelmien suuntaus erottautuu yleisestä järjestelmäteoriasta keskeisesti siinä, että lähestymistavassa korostetaan järjestelmän elementtien keskinäistä monimutkaista vuorovaikutusta sekä elementtien keskinäisistä sidoksista seurauksena olevaa järjestelmän kehitystä. Vaikka kompleksisten järjestelmien teorian lähtökohdat ovat osin mm. biologian, kemian, matematiikan ja fysiikan teorioissa ja pyrkimyksenä voi olla analysoida ja ymmärtää erilaisia järjestelmiä yhdistäviä geneerisiä ominaisuuksia, sosiaalisia järjestelmiä koskeva teorianmuodostus poikkeaa jossakin määrin luonnontieteellisestä teoriasta. Yleisesti ottaen inhimillisten järjestelmien kohdalla korostuvat itsestään selvästi kyky itseorganisoitumiseen, kyky ajatella omaa toimintaansa ja tehdä tietoisia valintoja. (Mitleton-Kelly 2007, 23–25)

Yhtä kattavaa määritelmää kompleksiselle järjestelmälle ei ole, vaikka pohdintoja kompleksisuuden luonteesta on harjoitettu. Esimerkiksi Espejo (2007, 54–59) liittyy kompleksisuuden sosiaalisissa järjestelmissä erityisesti oppimiseen. Kompleksisuus voidaan nähdä subjektiivisesti ja sosiaalisesti tuotettuna tilana, joka liittyy yhtäältä käsitteellisiin erotteluihin ja toisaalta näihin liittyviin käytäntöihin. Yksilötasolla kompleksisuus lisääntyy, kun oppija lisää uusia elementtejä jo tietämäänsä ja käsitteellisten erotteluiden kompleksisuus kasvaa. Tämän pohjalta yksilö kehittää puolestaan uusia (monimutkaisempia) käytäntöjä. Sosiaalisten järjestelmien monimutkaisuus lisääntyy vastaavasti vuorovaikutuksessa tapahtuvan oppimisen, tähän liittyvän vastavuoroisten käytäntöjen ja roolien muuttumisen sekä toimintojen spesialisoitumisen myötä.

Aukottomien määritelmien sijaan kompleksisia sosiaalisia järjestelmiä on lähinnä pyritty kuvaamaan niiden piirteiden tai ominaisuuksien kautta. Kompleksisia järjestelmiä on nähty luonnehtivan mm. seuraavat ominaisuudet (Mitleton-Kelly 2007, 26–44; Rotmans & Loorbach 2009, 186–187).

Ne ovat avoimia ja epälineaarisia järjestelmiä, jolla tarkoitetaan sitä, että järjestelmien nähdään kehittyvän jatkuvassa vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa. Vuorovaikutus on sekä sisäisesti että ulkoisen ympäristön kanssa monitahoista ja lukemattomia tekijöitä sisältävää. Vuorovaikutuksen kompleksisuus

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

johtaa siihen, että kehityspolut ovat usein epälineaarisia: pieni ärsyke saattaa johtaa suureen muutokseen tai päinvastoin. Vuorovaikutus on myös monidimensionaalista; ts. inhimillisessä toiminnassa sosiaaliset, kulttuuriset, tekniset, taloudelliset, paikalliset, kansalliset ja kansainväliset ulottuvuudet ovat jatkuvassa keskinäisessä vuorovaikutuksessa ja vaikuttavat toisiinsa. Kytkentöjen vahvuus myös vaihtelee, mikä puolestaan on olennainen osa vuorovaikutusta ja toimintaa.

Kompleksiset järjestelmät ovat sopeutuvia (*adaptive*) järjestelmiä. Sopeutuvat järjestelmät omaavat kyvyn muuttua ja oppia kokemuksen kautta, jolloin ne sopeuttavat itseään ympäristöönsä toimijoiden vuorovaikutuksen tuloksena. Keskeisenä piirteenä on, että ne ovat kykeneviä luomaan koherenssia ja uusia asioiden ja toimintojen järjestyksiä. Ne toisin sanoen ovat kykeneviä pitämään itseään yllä, korjaamaan ja muutamaamaan toimintaansa muuttuvissa ympäristöissä. Sopeutumiseen johtaa yleensä tasapainotilan järkkäytyminen systeemin joidenkin osien välillä. Järjestelmä saattaa tällöin kehittää erilaisia toisistaan poikkeavia ratkaisuja tasapainotilan ratkaisemiseksi. Näistä osa saattaa olla monimutkaisen vuorovaikutuksen takia täysin ennakoimattomia.

Järjestelmät ovat kuitenkin historiallisia ja polkuriippuvaisia. Kaikilla järjestelmillä on historiansa, jonka avulla niiden nykyinen toiminta ja toimintavaihtoehdot tulevat ymmärrettäviksi. Nykyisiin ja tuleviin kehityskulkuihin vaikuttavat järjestelmän aiemmat kehityskulut, valikoituminen ja päätökset. Järjestelmän nykyinen tilanne ja historia mahdollistavat ja sulkevat ulos erilaisia kehitysvaihtoehtoja. Toisaalta, kuten edellä todettiin, ratkaisut saattavat olla myös täysin ennakoimattomia ja uutta luovia. Tämä on mahdollista, mikäli järjestelmä ei kontrolloi voimakkaasti sopeutumista vaan mahdollistaa useiden erilaisten toimintavaihtoehtojen kehittymisen (diversifikaatio) ja valinnan näiden välillä.

Edellä sanottu johtaa mahdollisuuksien tilojen tutkimiseen (*exploration-of-the-spaces-of-possibilities*). Selviytyäkseen toimijan on tutkittava jatkuvasti uusia toimintavaihtoehtoja ja luotava niitä (variaatio). Tämä on välttämätöntä erityisesti nopeasti muuttuvissa ympäristöissä, joissa yhden strategian liian aikainen valitseminen saattaisi johtaa negatiiviseen lopputulokseen.

Sopeutuvia järjestelmiä luonnehtivat myös yhteisevoluutio (*coevolution*), emergenssi, ja itse-organisointi (*self-organization*). Yhteisevoluutiolla viitataan kompleksisten järjestelmien tapauksessa niiden vuorovaikutukseen ympäristönsä ja muiden järjestelmien kanssa. Järjestelmät kehittyvät yhdessä toisiinsa vaikuttaen ja palautumattomasti toisiaan muuttaen. Tämän voi ymmärtää myös riippuvuussuhteena: järjestelmän osat ovat osin toisistaan riippuvaisia. Sosiaalisissa ekosysteemeissä kaikki toimijat ja teot vaikuttavat vastavuoroisesti

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

toisiinsa. Esimerkiksi organisaation strategia ei ole vain sopeutumista ympäristön muutoksiin vaan vaikuttamista ympäristöön, mikä puolestaan heijastuu takaisin organisaation toimintaan. Yhteisevoluutio voidaan myös ymmärtää yhtäältä endogeenisenä l. organisaation sisällä tapahtuvaksi tai toisaalta eksogeeniseksi l. organisaation ja laajemman sosiaalisen ekosysteemin välillä tapahtuvaksi. Tämä on kuitenkin yksinkertaistus, koska sisäiset ja ulkoiset tekijät ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa toistensa kanssa ja organisaatioiden rajoja on jopa mahdoton määritellä tarkasti.

Emergenssillä ymmärretään puolestaan uusien rakenteiden ja toimintamallien kehittymistä kompleksisissa itse-organisoituissa järjestelmissä. Emergenssin perusajatuksena on, että toiminnan eri tasoilla voi olla toisistaan riippumattomia ominaisuuksia. Emergenssi viittaa yhtäältä jonkin kokonaisuuden vuorovaikutteiseen tuottamiseen ja kehittymiseen ja toisaalta siihen, ettei kokonaisuuden kehitystä ole mahdollista redusoida yksittäisten osien ominaisuuksiin tai toimintaan.

Itse-organisoituminen on prosessi, jossa järjestelmän sisäinen kompleksisuus lisääntyy ilman, että prosessi on jonkun ulkopuolisen tahon ohjaama tai hallitsema; ts. järjestelmä on itse kykenevä organisoimaan itseään.

Palautteen (feedback) avulla järjestelmä saa tietoa omasta tilastaan ja muutokokeiluista. Se voidaan periaatteessa jakaa positiiviseen ja negatiiviseen järjestelmäpalautteeseen. Yleensä systeemiteoriassa ajatellaan, että positiivinen palaute vahvistaa muutoksia ja negatiivinen ylläpitää tasapainoa ja nykytilannetta järjestelmässä. Tosin sanoen jatkuvasti käynnissä oleva variaatio osana sopeutumisprosesseja ja uudet kytkennät järjestelmässä saavat aikaan joko positiiviseksi tai negatiiviseksi ymmärrettyjä seurauksia, mikä puolestaan johtaa toimintamallien hyväksymiseen tai hylkäämiseen. Ajattelumallin taustalla on systeemiteoreettinen näkemys, jonka mukaan informaatio liittyy keskeisesti järjestelmän tasapainotilan ylläpitämiseen tai palauttamiseen.

Monimutkaisille sopeutuville järjestelmille olennaisia piirteitä ovat myös variaatio ja valinta (*selection*). Järjestelmät luovat jatkuvassa itse-organisoitumisen prosessissa uusia systeemikomponentteja, toimintamalleja ja suhderakenteita, jotka uudistavat järjestelmää. Kaikista uusista komponenteista ja toimintamalleista ei kuitenkaan tule järjestelmän vakiintuneita osia. Valintamekanismit yhtäältä ylläpitävät olemassa olevaa järjestelmää ehkäisemällä joitakin kehkeytymässä olevia kehityskulkuja tai toisaalta ohjaavat kehitystä järjestelmän sisäisen ja ympäristön kanssa vallitsevan tasapainon kannalta myönteisiin suuntiin. Ulkoisten paineiden johdosta järjestelmä voi ajautua myös kriisiin, jolloin järjestelmän



#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

sisäinen diversiteetti tarjoaa ratkaisuja valittavaksi uuden dynaamisen tasapainotilan saavuttamiseksi.

Kompleksisten järjestelmien teoriaa on pyritty soveltamaan mm. organisaatiotutkimukseen (Mitleton-Kelly 2007), johtamisen tutkimukseen (Lewin & Regine 2007) ja teollisten klustereiden tutkimukseen (Andriani 2007). Esimerkiksi Mitleton-Kellyn mukaan (2007, 46–47) kompleksisten järjestelmien teorian avulla on mahdollista uudistaa organisaatioiden johtamistapoja. Kompleksisuuden ymmärtäminen merkitsisi hänen mukaansa ennen kaikkea kontrollin hylkäämistä johtamisperiaatteena. Sen sijaan tulisi mahdollistaa itsesäätelyyn perustuva uusien toimintamallien etsiminen ja riskien ottaminen, minkä kautta organisaatiot voivat löytää mm. täysin uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Organisaation vuorovaikutus ympäristön kanssa olisi tällöin mahdollistava tekijä, joka luo uusia toimintatapoja, rakenteita ja vuorovaikutusta, eikä jotakin, mitä pitää tiukasti kontrolloida ja ohjata riskien minimoimiseksi.

Kompleksisten järjestelmien teorialla on yhtymäkohtia yhteiskuntateoriaan myös niin sanottujen strukturaatioteorian ja neoinstitutionaalisen organisaatioteorian kautta, jotka ovat puolestaan keskeisiä ja lähemmin sosioteknisen muutoksen teorian taustalla vaikuttavia teoreettisia näkökulmia (ks. Geels 2004, 902–903; 907).

Strukturaatioteorioiden keskeisimpänä edustajana voidaan ehkä pitää Anthony Giddensia. Giddensin (1984) teorian ydin on, että sosiaalisten rakenteiden nähdään rakentuvan ihmisten keskinäisessä vuorovaikutuksessa siten, että ne samanaikaisesti ovat toiminnan tulosta mutta myös toimintaan vaikuttavia ehtoja ja toiminnan instrumentteja. Rakenteet ovat tällöin ”sisällä” ihmisten toiminnassa niinä sosiaalisina sääntöinä ja tulkintamalleina, jotka mahdollistavat toiminnan mutta myös suuntaavat sitä. Rakenteita voidaan analysoida erilaisten sääntöjen ja resurssien yhdistelminä. Näitä ovat normatiiviset säännöt (tilannespesifit oikeudet ja velvollisuudet), tulkintakehykset (tapahtumien ja toiminnan merkityksellistäminen), taloudelliset resurssit ja poliittiset resurssit. Kaikki sosiaaliset rakenteet ja käytännöt ovat puolestaan näiden sääntöjen ja resurssien samanaikaisen vuorovaikutuksen tulosta ihmisten toiminnassa.

Geels (2004, 907) itse viittaa lähemmin Burnsien ja Flamin (1987) työhön pyrkinessään selittämään toimijoiden ja sosiaalisten sääntöjärjestelmien välistä suhdetta. Lyhyesti ajatuksena on, että olemme aina jonkin sosiaalisen ryhmän jäseniä, jolla on omat sääntönsä. Sääntöjärjestelmissä on kuitenkin aina paikallista ja henkilökohtaista variaatiota mm. olosuhteista johtuen. Tämä variaatio puolestaan

## 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

mahdollistaa järjestelmien uudistumisen toimijoiden oppimisen ja toiminnan sopeuttamisen kautta.

Organisaatioteorian piirissä W. Richard Scott (1995, 138–143) on esittänyt varsin samanlaisen näkemyksen instituutioiden, organisaatioiden ja toimijoiden välisistä suhteista. Scottin mukaan institutionalisoituminen on jatkuva samanaikainen ”ylhäältä-alas ja alhaalta-ylös prosessi”, jossa instituutiot yhtäältä määrittelevät sosialisointia, sääntöjen ja sanktioiden kautta organisaatioiden ja ihmisten toimintaa. Toisaalta toimijoiden jatkuva tilanteiden uudelleentulkinta ja uusien toimintamallien kehittäminen muuttavat institutionalisoitunutta toimintaa. Toisin sanoen organisaatiot muokkaavat toimintaansa ja ympäristöään avoimessa vuorovaikutuksessa ja jatkuvassa ”rakenteistumisprosessissa”.

Kompleksisten järjestelmien teoriassa on selkeitä yhtymäkohtia myös ns. evolutionaarisen taloustieteen piirissä esitettyjen näkemysten kanssa (esim. Fagerberg 2003; Lemola 2000). Esimerkiksi jonkin innovaation kehittyminen ja leviäminen voidaan nähdä monitahoisena prosessina, jossa siihen liittyy useita toisiaan tukevia ja täydentäviä innovaatioita siten, että ne kokonaisuudessaan muodostavat lopulta kompleksisen itseorganisoituvan teknologisen järjestelmän. Teknologiselle kehitykselle ja innovaatioille on ominaista myös markkinoiden tuottama variaatio, jossa tapahtuu puolestaan valintoja: Kuten luonnonvalinnassa taloudellis-yhteiskunnallisessa valintaympäristössä tietyt teknologiat kehittyvät vähitellen hallitseviksi. Teknologisten järjestelmien kehityksen tarkastelusta on puolestaan vain lyhyt matka innovaatiojärjestelmäteorioihin, joissa tarkastellaan teknologisia ja muita innovaatioita kehittävien, levittävien ja käyttävien toimijoiden ja tätä tukevien instituutioiden monimutkaista vuorovaikutusta.

### 4.3 Sosiotekninen muutos

Vaikutteet kompleksisesta järjestelmäteoriasta ja sen eri varianteista mm. organisaatioteoriassa näkyvät varsin selvästi Frank W. Geelsin (2002; 2004; 2006a; 2006b; Geels & Kemp 2007; Geels & Schot 2007; Schot & Geels 2007) esittämän sosioteknisen muutoksen teorian taustalla. Lähemmin Geelsin työn taustalla on jo aiemmin hänen hollantilaisten kollegoidensa tekemä työ ”nichejohtamisen” (niche management) ja teknologisten regiimien muutoksen parissa (Kemp ym. 2001; Kemp ym. 1998; Rip & Kemp 1998).

Esittämänsä mallin avulla Geels on pyrkinyt kuvaamaan muutosta yhdestä järjestelmästä toiseen, mitä innovaatiojärjestelmäkirjallisuuden piirissä ei ole juurikaan tehty. Mallin kontribuutio on, että se pyrkii yhdistämään teknologian tuot-

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

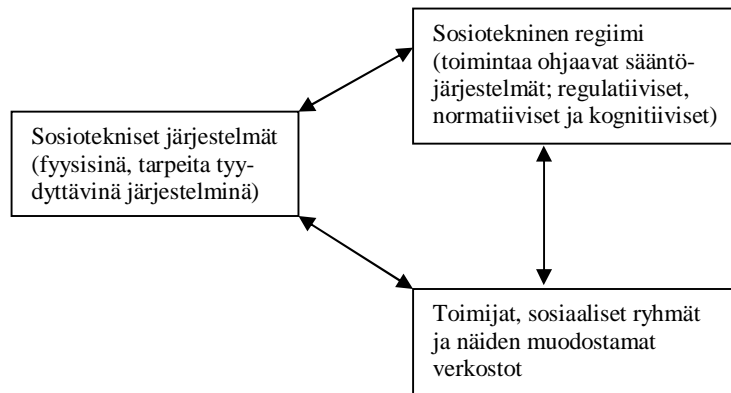
taja- ja käyttäjänäkökulmat yhden kehyksen alle sekä korostamaan toimijoiden, resurssien institutionalisoitujen käytäntöjen ja sääntöjen välistä monimutkaista vuorovaikutusta muutoksen lähteenä.

Geelsin lähtökohtana muutoksen kuvaamisessa on jokin olemassa oleva suhteellisen stabiili sosiotekninen toimintamalli. Malli korostaa sosioteknisen mallin kokonaisvaltaista luonnetta ja sen muodostavien elementtien keskinäistä vuorovaikutusta. Sosiotekninen toimintamalli tai ”regiimi” on itsestäänselvyyksiksi muodostuneiden toimintatapojen, tulkintakehysten, kysymyksenasetteluiden ja ongelmanratkaisumallien muodostama kokonaisuus. Sosioteknistä regiimiä voi pitää alun perin Nelsonin ja Winterin (1982) esittämän teknologisen regiimin laajenuksena. Regiimissä voidaan erotella viisi ulottuvuutta (Geels 2004, 906):

- Teknologinen regiimi pitää sisällään mm. teknologiset tai tuotestandardit, tuotteiden erityisvaatimukset, oletukset tuottavuudesta ja tavat arvioida sitä. Keskeisesti on kyse toimijoiden, kuten yritysten, itseyttämisestä: mitä me olemme ja miksi olemme tekemässä sellaisia asioita kuin teemme? Toisaalta se määrittelee myös teknologiset agendat, ongelmat ja tavat etsiä vastauksia näihin ongelmiin.
- Tiederegimi kattaa tiedejärjestelmän säännöt (arvot ja normit), muodolliset tutkimusohjelmat, professionaaliset rajat ja eronteot, tieteen rahoitusmallit, lainsäädännön, toimintamallit, tieteelliset paradigmat jne.
- Poliittikkaregiimissä on kyse hallinnollisista toimintamalleista, jotka määrittelevät mm. lainsäädäntötoimintaa, ja muodollisista säännöistä, joilla säädellään esimerkiksi teknologian ja palveluiden käyttöä (standardit, turvallisuus), politiikan tavoitteista ja agendasta, miten julkisen ja yksityisen vuorovaikutus on toteutettu, sekä tavoista toteuttaa hallintotoimintaa.
- Sosiokulttuuriset regiimit määrittelevät puolestaan yhteiskunnan tai sen eri sektoreiden arvoja, kulttuuristen symboleiden tuotantoa ja levittämistä sekä kertovat esimerkiksi teknologian tai tiettyjen teknologioiden symbolisesta arvosta.
- Käyttäjä- ja markkinaregiimi pitää sisällään markkinoiden muodostamisen ja luomisen erilaisten sääntöjen ja lainsäädännön avulla. Säännöt muodostavat ja lukitsevat toimijoiden rooleja markkinoilla tuottajiksi ja kuluttajiksi sekä luovat odotuksia näiden toiminnasta. Toisaalta regiimi pitää sisällään myös ne käytännöt ja tulkinnat, joiden avulla käyttäjien ja markkinoiden toimintaa tulkitaan eri näkökulmista.

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

Näiden ulottuvuuksien monimutkainen vuorovaikutus ja yhteen kietoutuminen tuottaa puolestaan suhteellisen pysyvän toimintamallin: jotakin yhteiskunnan sektoria tai teknologiaa koskevan toimijoiden ja rakenteiden vuorovaikutuksessa syntyvän kokonaisvaltaisen ja sen määrittelemissä rajoissa rakenteistuvan toimintakokonaisuuden. Tällaisia voivat olla jokin teknologia ja sen ympärille muodostunut toimiala tai yhteiskunnan sektori, kuten esimerkiksi informaatio- ja kommunikaatioteknologia, öljynjalostusteollisuus tai sosiaali- ja terveysjärjestelmä.



Kuva 2. Rakenteistumisen elementit sosioteknisessä järjestelmässä (Geels & Kemp 2007, 442).

Sosiotekniset regiimit muodostuvat olennaisilta osiltaan erilaisista sääntöjärjestelmistä ja muodostavat valintaympäristön, jossa erilaisia teknologisia tai toiminnallisia mahdollisuuksia otetaan mukaan regiimin piirissä kehitettäväksi tai suljetaan sen ulkopuolelle. Regiimi mahdollistaa toiminnan mutta on samalla konservatiivinen, koska toimijat ylläpitävät itsestään selviksi koettujen valintojen kautta regiimiä ylläpitäviä tekijöitä ja koska muutokset ovat usein vähittäisiä, lähinnä regiimin muodostamien sääntöjen puitteissa tapahtuvia parannuksia olemassa oleviin teknologioihin ja toimintamalleihin. Regiimin puitteissa muodostuu ”polkuriippuvuutta”; ts. aiemmat päätökset vaikuttavat myöhempisiin valinnanmahdollisuuksiin ja myös ”lukkiutumia” (*lock-ins*) eli erilaisten kytkentöjen kautta muodostuvia ”jäähdyttämiä” johonkin tiettyyn teknologiaan tai toimintamalliin. (Geels 2002, 2004)

Geelsin mallin toisen ulottuvuuden muodostaa sosiotekninen toimintaympäristö (*landscape*), jolla ymmärretään heterogeenisesti laajoja yhteiskunnallisia kehityskulkuja ja myös yhteiskunnan materiaalista olemassaoloa. Tällaisia ympäristö-

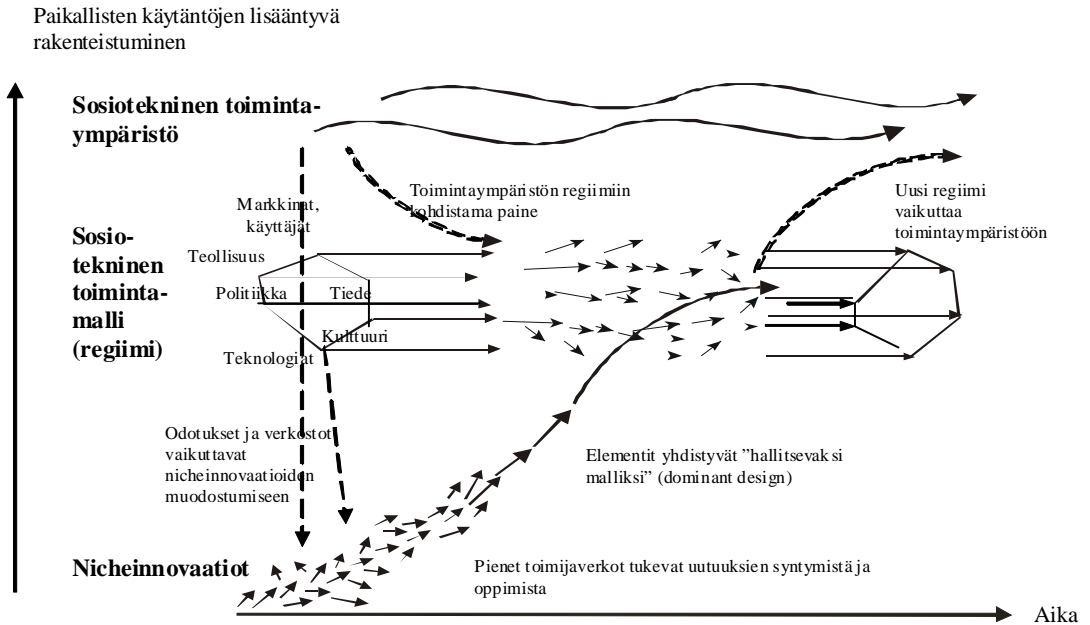
#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

tekijöitä ovat mm. talouden kehitys ja siihen vaikuttavat tekijät, poliittiset muutokset, tavoitteet ja koalitiot, kulttuuriset arvot ja normit, ympäristökysymykset ja yhteiskunnan infrastruktuuri. Muuttuva toimintaympäristö tuo malliin dynaamisen elementin. Regiimiin toimintamallit eivät välttämättä ole yhteensopivia muuttuvan toimintaympäristön kanssa, jolloin siitä kohdistuu regiimiin muutospainetta, mikä puolestaan avaa ”mahdollisuuksien ikkunan” regiimin uudistamispyrkimyksille tai jopa kokonaan uuden sosioteknisen regiimin muodostumiselle. (Geels 2002, 2004)

Mallin kolmas ulottuvuus on vallitsevan regiimin ulkopuolella tapahtuva uusien teknologioiden ja toimintatapojen kehittäminen. Näillä kokeiluilla on mahdollista uudistaa regiimiä tai jopa haastaa se. Geels itse nimittää näitä ”niche-innovaatioiksi”. Niche saattaa muodostua esimerkiksi vähän kilpailusta ja marginaalisesta markkinasegmentistä, tietojen teknologisten kokeilujen avulla tai julkisen tuen avulla. Olennaista on, että uusi toimintatapa tai teknologia saa kehittyä aluksi ilman voimakasta siihen kohdistuvaa kilpailua. Vahvistuessaan ja yhdistyessään muihin samansuuntaisiin uudistuspyrkimyksiin yksittäisistä kokeiluista saattaa muodostua puolestaan ”dominoiva malli”, jolla saattaa olla ”mahdollisuuksien ikkunan” avautuessa voimaa muuttaa myös vallitsevaa sosioteknistä regiimiä. (Schot & Geels 2007)

Tasojen linkittymistä toisiinsa voidaan kuvata yksinkertaistaen alla olevan kuvan avulla. On myös hyvä huomata, että regiimi on jatkuvassa ”dynaamisessa tasapainotilassa”, millä viitataan siihen, että regiimin puitteissakin tapahtuu jatkuvaa uudistumista inkrementaalisten parannusten ja innovaatioiden kautta. Nämä eivät kuitenkaan välttämättä muuta kokonaisuudessaan regiimin muodostavia toimintamalleja, arvoja ja uskomuksia, vaan sopeuttavat sitä jatkuvasti muuttuvaan toimintaympäristöön. Regiimi voi tällöin myös sulattaa itseensä ulkopuolelta uusia oivalluksia ja teknologioita, mutta muutokset tapahtuvat vallitsevan regiimin määrittelemässä puitteissa. Jossakin vaiheessa regiimin toiminta ja toimintaympäristön muutos saattavat kuitenkin ajautua laajempaan yhteensopimattomuuden tilaan, jolloin regiimi joutuu kriisiin. Tällöin aukeaa ”mahdollisuuksien ikkuna” uuden sosioteknisen regiimin kehittymiselle.

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos



Kuva 3. Sosioteknisen muutoksen malli (Geels & Schot 2007, 401).

Sosioteknisen muutoksen ymmärtäminen edellyttää kaikkien kolmen tason huomioimista analyysissä. Geels kutsuu tätä ”monitasoperspektiiviksi” (*multi-level perspective*). Muutoksessa ei ole yhtä yksittäistä ”syytä” tai kausaalista tekijää, vaan muutokset ovat tulosta eri tasojen monimutkaisesta ja jatkuvasta vuorovaikutuksesta. (Geels & Kemp 2007)

Muutokset eroavat kuitenkin toistaan sen mukaan, mitkä tasot siihen osallistuvat ja miten tietoisesti muutokset on tuotettu. Geels ja Kemp (2007, 445–446) erottelevat kolme muutosmekanismia sen mukaisesti, miten regiimin toimijat vaikuttavat lopputulokseen ja kuinka merkittävä muutos on kyseessä.

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

Taulukko 1. Kolme muutoksen mallia (Geels & Kemp 2007, 445).

	<b>Uusintaminen (<i>preproduction</i>)</b>	<b>Muodonmuutos (<i>transformation</i>)</b>	<b>Siirtymä (<i>transition</i>)</b>
Mukana olevat tasot	Hallitsevan sosioteknisen regiimin sisäinen dynamiikka  Pienet muutokset regiimin puitteissa	Muutospaine maisemasta  Regiimin sopeuttaminen ja uudelleenorientaatio	Muutospaine maisemasta  Regiimin ongelmat lisääntyvät, uudelleenorientaatiopyrkimyksiä  Uusia innovaatioita kehitty niche:ssä, lyövät vähitellen itsensä läpi
Toimijat	Regiimin kehitystä hallitsevat toimijat	Ulkopuoliset regiimiin painetta kohdistavat toimijat  Regiimin hallitsevat toimijat reagoivat uudelleenorientoimalla toimintaa ja kehittämällä uusia innovatiivisia ratkaisuja	Ulkopuoliset regiimiin painetta kohdistavat toimijat  Hallitsevat toimijat epäonnistuvat regiimin ongelmien ratkaisemisessa  Ulkopuoliset toimijat kehittävät uusia innovaatioita

Ensinnäkin voidaan puhua uusintamisesta (*reproduction*). Tällöin olemassa oleva sosiotekninen järjestelmä muodostaa vakaan kontekstin, jossa toimijoiden väliset suhteet, toiminta, arvot jne. uusinnetaan. Toimintaympäristö ei kohdistu toimintaan merkittäviä tasapainotilaa järkyttäviä paineita, ja muutokset ovat lähinnä olemassa olevia toimintamalleja noudattelevia ja inkrementaalisia. Nichetoimijoiden merkitys järjestelmän uudistumiselle on marginaalinen.

Tästä poikkeava malli on muodonmuutos (*transformation*), jossa regiimiin kohdistuu toimintaympäristöstä muutospainetta mutta regiimin toimijat kykenevät sopeuttamaan ja uudelleen orientoimaan regiimin toimintaa ilman, että ulkopuolisille nichetoimijoille muodostuu mahdollisuutta haastaa olemassa olevaa regiimiä. On myös mahdollista, että nichetoimijoilla ei ole tarjota uutta toimintamallia tai teknologiaa vanhan tilalle.

Kolmas muutosmekanismi on siirtymä (*transition*). Tällä tarkoitetaan siirtymää yhdestä sosioteknisestä järjestelmästä toiseen. Ympäristöstä kohdistuu tällöin voimakkaita muutospaineita sosiotekniseen regiimiin, mutta regiimin toimijat epäonnistuvat ongelmien ratkaisuyrityksissä. Tällöin regiimin ulkopuolisille toimijoille avautuu mahdollisuus kehittää uusia innovaatioita, jotka vähitellen ”lyövät läpi” ja kehittyvät uudeksi sosiotekniseksi regiimiksi. Geels ja Schot

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

(2007) ovat täsmentäneet edellä esitettyä jaottelua puhumalla muutoksen muotoina muodonmuutoksesta, teknologian korvaamisesta (*technological substitution*), uudelleenjärjestelystä (*reconfiguration*) sekä hajoamisesta/koostumisesta (*de-alignment and re-alignment*). Jaottelu on kuitenkin nimenomaan täsmentävä eikä varsinaisesti muuta jaottelua.

Vaihtoehtosiakin näkemyksiä muutosten luonteesta ja prosesseista on esitetty. Esimerkiksi Smith ym. (2005) ovat esittäneet, että kullakin muutoksella on oma vaihteleva kontekstinsa, mikä puolestaan määrittelee sen, miten regiimi muuttuu reagoidessaan ulkoisiin paineisiin. Kontekstia määrittää keskeisesti se, missä määrin regiimin reagointi on tietoista ja koordinoitua, sekä se, onko regiimin piirissä käytettävissä resursseja muutokseen vai tulevatko resurssit ulkopuolelta. Näiden ulottuvuuksien pohjalta on mahdollista muodostaa neljä ideaalityyppistä muutoskontekstia: Endogeeninen uudistuminen (muutostarve selkeästi artikuloitu, reaktio koordinoitu ja resurssit regiimin sisäisiä), kehityspolkujen uudelleenorientaatio (muutospaineet eivät ole selkeästi artikuloituja, reaktiot koordinoimattomia, muutos toteutuu regiimin sisäisesti), emergentti muodonmuutos (ongelmien artikulaatiot ja reaktiot koordinoimattomia, ratkaisut syntyvät regiimin ulkoisin resurssein) sekä tarkoitettu siirtymä (tukeutuu koordinoitusti ulkoisiin resursseihin, vastaa tietoisesti yhteiskunnallisiin odotuksiin ja intresseihin). Geels ja Schot (2007, 402) ovat puolestaan vastanneet tähän, että näkemys korostaa liikaa muutosten tarkoituksellisuutta. Heidän mukaansa mitään muutoksia ei voi lähtökohtaisesti suunnitella ja koordinoita, vaikka jossakin vaiheessa toisiaan vastaavat näkemykset ja aloitteet todennäköisesti konvergoituvat ja muodostavat koordinoitua kokonaisuuksia.

Koska Geelsin varsinaisena kohteena on selittää teknologista muutosta, hänen empiiriset esimerkkinsä ja tapaustutkimuksensa ovat pääosin historiallisia teknologisen muutoksen kuvauksia. Historiallisten tapausten käyttö on ymmärrettävää, koska sosiotekniset muutosprosessit eivät tapahdu hetkessä ja aikalaisprosessien lopputulokset ovat vielä näkymättömissä. Geels on tehnyt lukuisia empiirisiä tapaustutkimuksia, joista voidaan mainita esimerkiksi Hollannin valtatiejärjestelmä (Geels 2007a), rock 'n' rollin läpimurto osana amerikkalaisen musiikkiteollisuuden muutosta (Geels 2007b), Hollannin sähköjärjestelmän muutos (Verbong & Geels 2007), amerikkalaisen tehdastuotannon muutos (Geels 2006a), lentoteknologian muutos (Geels 2006b), siirtymä hevostähtäisiin autoihin (Geels 2005) sekä siirtymä purjelaivoista höyrylajoihin (Geels 2002). Muiden tutkijoiden tähän sekä systeemisen muutoksen suuntaamiseen liittyviä äskettäisiä tutkimuksia ovat esimerkiksi Research Policyn (2010, 39, 4) teema-



numerossa julkaistut Späthin ja Rohracherin (2010) tutkimus elektroniikan käytöstä, Hodsonin ja Marvinin (2010) kaupunkipolitiikan mahdollisuuksiin keskittyvä tutkimus sekä Cohenin (2010) lentomatkustamista käsittelevä tutkimus.

Malli ei ole säästynyt kritiikiltä (Berkhout ym. 2004; Smith ym. 2005; Genus & Coles 2008; Markard & Truffer 2008). Geels ja Schot (2007) ovat itse todenneet aiemman kritiikin pitäneen sisällään pääasiassa kolme näkökulmaa. Ensimmäkin kuvauksen tasojen soveltaminen empiiriseen tutkimukseen on epäselvää. Yhdellä kuvauksen tasolla regiimin siirtymänä näyttäytyvä uudistus voi toisella määrittelytasolla ollakin vain vähäinen inkrementaalinen muutos. Esimerkiksi merkittävätkin polttoaineissa tapahtuvat teknologiset muutokset voivat näyttää koko energiantuotantojärjestelmän näkökulmasta hyvin pieniltä muutoksilta. Toiseksi lähestymistavan on nähty olevan liian funktionalistinen ja ottavan liian vähäisessä määrin huomioon toimijat ja heidän roolinsa järjestelmän kehittämisessä. Kolmanneksi malli on tulkittavissa liian lineaariseksi, koska regiimin muutos on korostetusti nichelähtöistä ja etenee tästä ikään kuin lineaarisesti eteenpäin huomioimatta laajempaa järjestelmänsisäistä vuorovaikutusta.

Geels ja Schot (2007, 402–405) ovat vastanneet kritiikkiin todeten ensimmäisen väittämän osuvan oikeaan, koska analyysijä on mahdollista tehdä usealla tasolla. Ensin tulisikin heidän mukaansa määritellä empiirisen tarkastelun taso, johon sitten analyttisen erottelun tasojia sovelletaan. Kiinnostavaa kyllä samassa yhteydessä he toteavat sosioteknisten regiimien sijaitsevan organisaatiokenttien (*organizational fields*) tasolla viitaten siten DiMaggion ja Powellin (1983) kuuluisaan artikkeliin ja heidän määritelmänsä kentästä, joka sisältää kaikki tietyn toiminta-alueen organisaatiot ja instituutiot sekä käyttäjät. Tällä tavoin he haluavat korostaa sitä, ettei kyse ole vain teknologisesta muutoksesta vaan systeeminen innovaatio on luonteeltaan tätä rajatumpaa näkökulmaa kokonaisvaltaisempi. Funktionalismin he kiistävät viitaten eksplisiittisesti strukturaatioteoriaan (Giddens 1984) ja siihen, miten toimijoilla on tässä kokonaisuudessa tärkeä ja aktiivinen rooli uusien sääntöjen ja toimintojen luoja, vaikka sosiaaliset rakenteet osin myös rajoittavat heidän toimintaansa. Linearisuuden he kiistävät kaiken kaikkiaan ja toteavat, että mallissa nimenomaan pyritään huomioimaan laajempi vuorovaikutus eri tasojen välillä ja välttämään yksioikoinen lineaarinen ajattelu.

Äskettäisempää kritiikkiä ovat esittäneet Genus ja Coles (2008), jotka ovat esittäneet konstruktivististen teoriaperinteiden yhdistämistä sosioteknisen muutoksen teoriaan. Näillä he ovat tarkoittaneet erityisesti teknologian sosiaalisen rakentumisen teoriaa (SCOT) sekä toimijaverkkoteoriaa (ANT). Markard ja Truffer (2008) ovat puolestaan ehdottaneet teknologisten innovaatiojärjestelmien

## 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

teorian (TIS) kytkemistä sosioteknisen muutoksen teoriaan. Geels on tarkastellut lähemmin eri teoriaperinteiden suhdetta ja kontribuutioita sosioteknisen muutoksen teorialle äskettäin ilmestyneessä artikkelissaan (Geels 2010, 508), jossa hän toteaa muiden teoriaperinteiden epäilemättä rikastuttavan sosioteknisen muutoksen teoriaa. Toisaalta hän ei näe mahdolliseksi, että se kytkisi itseensä osia kaikista teorioista, joissa käsitellään sosiaalista muutosta. Tällaisina perinteinä hän näkee mm. rationaalisen valinnan teorian, funktionalismin ja relationismin.

Ehkä lähestymistavan merkittävin haaste on kuitenkin se, miten sitä sovelletaan empiiriseen tutkimukseen. Soveltaminen edellyttää rajaamista ja empiirisen todellisuuden systematisointia, mutta tämä aina väistämättä myös kaventaa ymmärrystämme monimutkaisen, jatkuvasti muutoksessa olevan ja emergentin järjestelmän toiminnasta. Mitään valmiita menetelmiä ja operationalisointeja ei välttämättä ole olemassa. Esimerkiksi olemassa olevat kvantitatiiviset indikaattorit ja menetelmät eivät ole kovinkaan herkkiä uusille nouseville ilmiöille, koska ne painottavat usein olemassa olevan ja jo tiedetyn järjestelmän kuvausta. Tästä syystä kvalitatiiviset narratiivit saattavat toimia paremmin muutoksen kuvaajina ja tutkimuksissa onkin hyödynnetty pääasiassa näitä menetelmiä. (Smith ym. 2010, 444)

Oma kysymyksensä on myös se, miten lähestymistavan tarjoamaa teoreettista ymmärrystä olisi mahdollista hyödyntää käytännön yhteiskuntapolitiikassa ja suunnittelussa. Tähän kysymykseen pyrkii vastaamaan seuraavassa käsiteltävä systeemisen muutoksen suuntaamiseksi kutsuttu yhteiskunnallisen intervention menetelmä.

### 4.4 Systeemisen muutoksen suuntaaminen

Systeemisen muutoksen suuntaaminen (*transition management*) on erityisesti hollantilaisten tutkijoiden kehittämä tutkimukseen perustuva yhteiskunnallisten uudistusten ohjausstrategia ja -menetelmä (esim. Loorbach & Rotmans 2010; Rotmans & Loorbach 2009; van der Brugge & Rotmans 2007; Kemp & Loorbach 2006; van der Brugge & van Raak 2007; Rotmans et al. 2001). Suuntaus kytkeytyy varsin kiinteästi sosioteknisen muutoksen teoriaan. Voisi ehkä sanoa, että Geels tarjoaa teoreettisen ja akateemisen näkökulman muutoksiin, kun systeemisen muutoksen suuntaamisessa (SMS) sen sijaan keskitytään enemmän niihin käytäntöihin, joiden avulla siirtymiä voidaan tietoisesti tukea ja johtaa. SMS tarjoaa näkökulmia ja välineitä siihen, miten sosioteknisiä regiimejä on

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

mahdollista muuttaa yhteisesti jaetun vision ja toimintamallien pohjalta (Smith ym. 2005, 1502)

SMS kiinnittyy teoreettiselta taustaltaan kompleksisten järjestelmien teoriaan sekä sosioteknisen muutoksen monitasoperspektiiviin (Geels 2002, 2004). Lisäksi se hyödyntää näkemyksiä evolutionaarisesta taloustieteestä, innovaatiotutkimuksesta sekä teknologisten siirtymien teoriasta. (Rotmans & Loorbach 2009, 185–188; van der Brugge & Rotmans 2007, 252–254) Kuten Geelsin sosioteknisen muutoksen teorian yhteydessä, myös SMS:n taustalla vaikuttavat hollantilaisten tutkijoiden aiempi työ ”nichejohtamisen” (*niche management*) ja teknologisten regiimien muutoksen parissa (esim. Kemp ym. 2001; Kemp ym. 1998; Rip & Kemp 1998). Näin ollen voikin sanoa, että SMS ja sosioteknisen muutoksen teoria ovat ”samaa juurta”.

SMS:n keskeinen idea on ehkä hieman paradoksaalisesti hallita kompleksisten, adaptiivisten järjestelmien kehittymistä ja uudistumista hyvin pitkällä jännteellä (yli 25 vuotta) ja kokonaisvaltaisesti (Rotmans & Loorbach 2009, 188). Paradoksaalista tämä on siksi, että teoreettisella tasolla yhteiskunnalliset ja teknologiset järjestelmät nähdään hyvin monimutkaisina ja itseorganisoiutuvina kokonaisuuksina, joita on vaikea, ellei mahdoton hallita. Kuitenkin suuntauksen edustajien mielestä ”kompleksisuusteorian teoreettisen tuntemuksen ja käytännöllisen kokemuksen pohjalta” (emt.) on mahdollista esittää käytännön suuntaaviivat ja periaatteita muutoksen suuntaamiseksi. Jos järjestelmä ymmärretään kompleksisena, se auttaa Loorbachin ja Rotmansin (emt.) mukaan näkemään mekanismeja ja mahdollisuuksia, joiden avulla järjestelmän kehitykseen voidaan vaikuttaa. Muutos kohti tavoiteltua muutosvisiota tapahtuu puolestaan askel askeleelta pienin muutoksin ja jatkuvasti uusia mahdollisia kehityspolkuja ennakkoiden ja toimintaa sopeuttaen siten, että se tukee haluttuja kehityskulkuja.

Tähän SMS:n paradoksaalisuuteen ovat kiinnittäneet huomiota myös Heiskanen ym. (2009) todeten sen peruslähtökohtien olevan usein moniselitteisiä. Tällaisia piirteitä ovat samanaikainen *top-down*- ja *bottom-up*-politiikkaprosessien korostaminen, pitkänjänteisen kehityksen ja politiikan tavoittelemisen lyhyen tähtäimen operatiivisilla politiikoilla ja kokeiluilla, strategisen johtamisen korostaminen monitahoisen intressiryhmien osallistamisen ja sitouttamisen ohella, sekä muutosten laajan hyväksynnän korostaminen samanaikaisesti edelläkävijöiden (*front-runners*) roolin kanssa.

SMS kehitettiin alunperin Hollannissa politiikan suunnittelun avuksi. Virallisena politiikkana se esiintyi ensimmäisen kerran Hollannin ympäristöpolitiikkasuunnitelmassa vuonna 2001. Sitten sitä on sovellettu myös Belgiassa ja

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

Englannissa ja ympäristöpolitiikan lisäksi mm. energiasektorilla, rakentamisen ja terveydenhoidon suunnittelussa sekä vesihallinnossa. (Loorbach & Rotmans 2010, 237–238)

SMS:n taustalla vaikuttavia kehityksen suuntaamisen liittyvinä yleisinä ajatuksina tai peruseriaatteina voidaan pitää muun muassa (Rotmans & Loorbach 2009, 188) seuraavia asioita.

- Yhtäältä järjestelmätason ohjaus tärkeitä, mutta samalla tavoitteiden tulisi olla joustavia ja sopeutettavissa, koska jatkuvasti kehittyvässä ja muuttuvassa järjestelmässä ei ole mahdollista asettaa pitkäaikaisesti kiinnitettyjä tavoitteita.
- Kompleksisen järjestelmän ohjauksessa on etsittävä pikemminkin epätasapainotiloja kuin tasapainotiloja, koska se merkitsee mahdollisuutta kehittää jotakin uutta. Järjestelmä kehittyy epätasapainotilojen kautta, ja näitä voidaan tietoisesti hyödyntää.
- Hyvin ratkaisevaa on tukea uusien vaihtoehtoisten toimintatapojen kehittymistä. Tämä mahdollistaa järjestelmän uusiutumisen ja uusien regiimien muodostumisen alatasolta lähtien.

Lähemmin systeemisen muutoksen suuntaamisen periaatteina voidaan pitää ensinnäkin sitä, että pienet muutokset järjestelmässä johtavat laajoihin järjestelmätason muutoksiin pidemmällä jäniteellä. Käytännössä tämä tarkoittaa ”tilojen” luomista nichetoiminnalle erityisillä muutosareenoilla (*transition arenas*). Muutosareena on myös systeemisen suuntaamisen keskeinen ellei keskeisin instrumentti, jonka avulla yhteisen kielen ja tulevaisuusorientaation yhteistuottaminen (*co-production*) tapahtuu (Loorbach & Rotmans 2010, 237–238).

Toiseksi edelläkävijöiden merkitys järjestelmän uudistamisessa on keskeinen. Nämä ovat visonaareja ja luovia henkilöitä, jotka kykenevät operoimaan hallitsevasta regiimistä poikkeavissa rakenteissa ja joilla on siihen myös riittävää etäisyyttä.

Kolmanneksi on tuettava järjestelmän sisäistä monimuotoisuutta ja ohjattava valintoja tavoitteiden suuntaisiksi. Hallitsevat regiimit ovat valintaympäristöjä, jotka vähentävät monimuotoisuutta; tätä on tasapainotettava avoimesti tapahtuvalla vaihtoehtojen tutkimisella ja kokeiluilla.

Neljänneksi, suuri muutos tapahtuu pienin askelin. Välitön radikaali muutospyrkimys johtaisi siihen, että olemassa olevat rakenteet vastustaisivat muutosta.

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

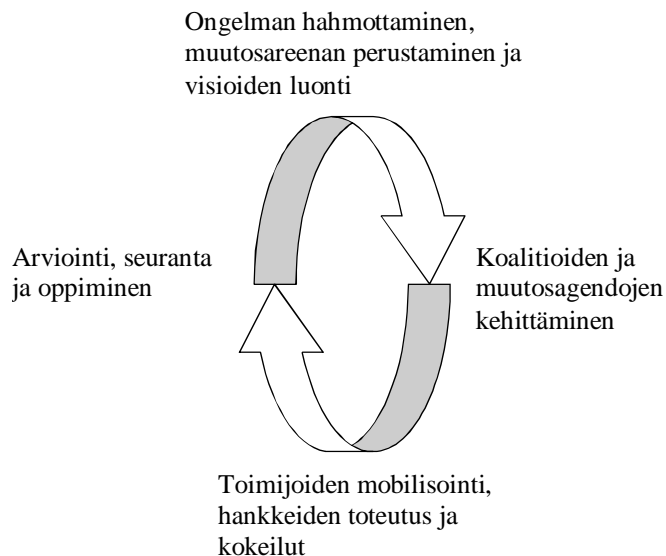
Inkremetaalinen muutos antaa rakenteille aikaa sopeutua ja rakentaa uusia kyt-kentöjä, jotka sopivat muuttuneeseen tilanteeseen.

Viidenneksi nichetoimintaa on vahvistettava esimerkiksi tiedon ja informaati-on avulla, rahoituksellisin mekanismein, lainsäädännöllisin poikkeuksin ja luomalla tilaa erilaisille kokeiluille. Vahvistuvat nichet voit kytkeytyä toisiinsa ja lopulta haastaa vallitsevan regiimin.

Kuudenneksi proaktiivinen strategia edellyttää tulevaisuuden trendien ja kehityskulkujen jatkuvaa ennakoimista. Vaikka järjestelmän kehitys on suurelta osin epälineaarista ja ennakoimaton, siinä on myös piirteitä ja ”suvantokohtia”, jotka mahdollistavat tiettyjen yleisten piirteiden ennakoimista.

Lopuksi on huomioitava, että järjestelmätason muutokset ovat monialaisia- ja tasoisia. Kompleksisissa järjestelmissä niiden elementeillä on useita keskinäisiä sidoksia ja ne limittyvät myös päällekkäin, vaikka kullakin spesifillä ulottuvuu-della ja yhteiskunnan sektorilla on myös niille ominaisia ja spesifejä piirteitä. Esimerkiksi talous saattaa muuttua nopeasti mutta kulttuuri puolestaan suhteelli-sen hitaasti. (Rotmans & Loorbach 2009, 189–190)

Nämä yleiset periaatteet on puolestaan pyritty operationalisoimaan konkreetti-siksi toimintaohjeiksi, jotka muodostavat toiminnan ja oppimisen jatkuvan syklin (Rotmans & Loorbach 2009, 191–192). Syklisyys korostaa toiminnan jatkuvaa itsestään oppivaa luonnetta, joustavuutta ja avoimutta.



Kuva 4. SMS:n sykli (Kemp & Loorbach 2006).

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

Lähtökohtana on uusien avauksien stimuloiminen mikrotasolla (niche) ja kytkeminen samaan suuntaan tähtääviksi kokonaisuuksiksi (suojatut areenat). Samalla kehitetään kokonaisuutta ohjaavia visiota makrotasolle. Olennaista on mahdollistaa toimijoiden vuorovaikutus, kommunikaatio ja keskinäinen oppiminen. Seuraavana pyrkimyksenä on vahvistaa heikkoja muutospolkuja koalitioita ja verkostoja luomalla. Mitä laajemmin toimijoita toimintaan osallistuu ja sitoutuu, sitä vahvemiksi muutospolut kehittyvät. Muutosagendaan sitoutuneet toimijaverkot tukevat puolestaan monimuotoisuutta ja mahdollistavat osaltaan vaihtoehtoisten kehityskulkujen kokeilun. Kokeiluista lupaavimmat valitaan jatkokehittelyyn ja viedään eteenpäin. Valinnassa keskeistä on sellaisten kokeilujen suosiminen, jotka paitsi tukevat muutokselle asetettuja tavoitteita myös vahvistavat ja tukevat toisiaan. Viimeisenä vaiheena on toteutettujen toimenpiteiden arviointi, kehittäminen ja toiminnan sopeuttaminen tapahtuneisiin muutoksiin.

Käynnissä olevista SMS-kokeiluista ja prosesseista ei ole raportoitu vielä kovin laajasti (Loorbach & Rotmans 2010, 239). Lähinnä Hollannin kestävään energiaan siirtymistä tukevaa ohjelmaa on käsitelty useissa kirjoituksissa (esim. Loorbach ym. 2008; Kern & Smith 2007) ja sovellusesimerkkejä on esitetty myös vesihallinnosta (van der Brugge & Rotmans 2007). Loorbach ja Rotmans (2010) ovat lisäksi äskettäisessä artikkelissaan raportoineet neljästä mielenkiintoisesta kehittämistapauksesta: Alueellisen yhteistyön kehittämisestä Parkstad Limburgin alueella, teollisuudessa kattomateriaalien valmistajan aloittamasta kehitysprosessista, terveydenhuoltosektorin kehittämisestä terveysministeriön johdolla sekä Belgiassa kestävä jätteenhallinnon kehittämisprosessista.

Tapaukset osoittavat, kuinka erilaisissa konteksteissa SMS-menetelmää on pyritty soveltamaan alkuperäisen kestävään kehitykseen tähtäävän (ja edelleen siihen vahvasti liittyvän) agendan ohella. Toimintaympäristöjen eroista huolimatta muutosdynamiikoissa on myös toisiaan muistuttavia piirteitä, joiden pohjalta on mahdollista muotoilla joitakin yleisempiä menetelmän kehittämisperiaatteita. Tällaisia ovat muun muassa se, että edelläkävijöiden rooli on ratkaiseva muutosprosessin käynnistämässä ja heihin tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Niin ikään muutosareena (*transition arena*) on keskeisessä asemassa tukemassa edelläkävijöiden toimintaa ja laajemminkin toimijoiden sitouttamisessa muutokseen. Kaikissa tapauksissa hallitseva regiimi myös ”puolustautuu” ts. pyrkii ohjailemaan ja kontrolloimaan muutosprosesseja. Lisäksi muutosprosessit ovat usein kaoottisia ja konkreettisia tuloksia voi olla vaikea osoittaa lyhyellä aikajänteellä muutosten prosessuaalisuudesta johtuen. Silti on myös selvää, että kukaan tapaus on omansa ja systeemisen muutoksen suuntaamista on sovellettava

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

kussakin tapauksessa kontekstin ja toiminnan erityispiirteet huomioiden. (Loorbach & Rotmans 2010, 243–244)

Lähestymistapa on esitelty myös Suomessa 2000-luvun alkupuolella (Heiskanen ym. 2009). Tuolloin etsittiin tapoja soveltaa sitä ympäristöhallinnossa ja esimerkiksi professori Rotmans vieraili Suomessa ympäristöministeriön virkamiesten kutsumana. Pääosin SMS ei kuitenkaan ole, ainakaan toistaiseksi, vaikuttanut merkittävästi ministeriön toimintamalleihin ja politiikkaprosesseihin. Tapausta tutkinut Heiskanen kollegoineen (emt.) on tullut siihen johtopäätökseen, että se ei sellaisenaan sopinut suomalaiseen hallintokulttuuriin ja herätti siksi ristiriitaisia näkemyksiä. Sitä pidettiin esimerkiksi yhtäältä liian avoimena ja toisaalta liian paljon keskitettyjä piirteitä sisältävänä. Vaikka joitakin siitä omaksuttuja ajatuksia on siirtynyt käytäntöön, paljon SMS:n peruseräilyä ”hukattiin” hallintomallia suomalaiseen kontekstiin siirrettäessä. Tämä osoittaa puolestaan sen, kuinka vaikeata yhdenlaisessa yhteiskunnallisessa kontekstissa kehitettyä politiikkaa on siirtää toisenlaiseen. Siirto edellyttää toimintamallin ”käännöstä” vastaanottavan kulttuurin ”kielelle”. Samalla tapahtuu väistämättä mallien ”hybridisoitumista” ja jopa joidenkin piirteiden häviämistä.

Toisenlainen esimerkki on VTT:lla 1990-luvun lopulta alkaen ja alun perin SMS:n yhteydessä esitetyistä ajatuksista tietämättä kehitetty sovellus, ”juurruttaminen” (Heiskanen ym. 2009). Malli kehitettiin alun perin terveydenhuolto-tekniologioiden kehittämistä ja käyttöönottoa tukemaan. Malli on kytketty vasta myöhemmin SMS:n yhteydessä esitettyihin ajatuksiin. Teoreettisena viitekehyksenä on hyödynnetty myös sosioteknisen muutoksen (esim. Geels 2002; 2004) mallia. Juurruttamisen perusajatuksen on sitouttaa eri tahot uuden innovaation käyttöönottoon laajemmassa organisatorisessa tai muussa sosiaalisessa kontekstissa. Tyypillisesti tällaiset innovaatiot ovat luonteeltaan ”systemisiä” eli laajasti teknologian ohella erilaisia organisatorisia ja sosiaalisia ulottuvuuksia sisältäviä. Tällöin esimerkiksi organisaation toimintaprosesseja on muokattava ja muutettava, jotta uuden teknologian hyödyt saadaan esille. Tämä edellyttää puolestaan organisaation eri ryhmien osallisuutta, jotta uudet toimintamallit saadaan kiinnitettyä organisaation toimintarutiineihin – ”juurrutettua” organisaatioon. Juurruttamisen omaehtoisuuteen perustuvaa ”*bottom-up*”-lähestymistapaa on pidetty toimivana suomalaisessa kontekstissa. (esim. Kivisaari ym. 1999, 2007, 2009; Kivisaari 2001)

Äskettäisessä artikkelissaan Nill ja Kemp (2009) ovat arvioineet, että SMS-lähestymistapa soveltuisi erityisesti stimuloimaan radikaaleja teknologioita ja systemisiä muutoksia sekä kiertämään lukittumia (*lock-in*) eri sektoreilla. He

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

katsovat kuitenkin, että SMS:n potentiaali lisääntyisi, jos se integroitaisiin selkeämmin sen taustalla vaikuttaviin nichejohtamisen (*strategic niche management*) ja aikastrategioiden (*time strategies*) lähestymistapoihin.

Kuten aiemmin on tuotu esille, nichejohtamisella ymmärretään ”suojattujen” teknologisten, toiminnallisten tai yhteiskunnallisten kokeilujen ja kokeiluareenoiden luomista. Lähtökohtana on toimijoiden oppiminen toisiltaan teknologiasta, markkinoista, käytettävyydestä ja yhteiskunnallisesta toimivuudesta ja linkittää tähän myös politiikka, jonka avulla uudistumista voidaan tukea.

Aikastrategioiden hyödyntäminen liittyy erityisesti järjestelmässä tai teknologiassa esiintyvien lukittumien ja polkuriippuvuuden voittamiseen. Tätä tarkoitusta varten järjestelmän tila on analysoitava, mikä riippuen mm. siitä, onko teknis-taloudellisen järjestelmän tila vakaa vai epävakaa, johtaa erilaisiin poliittikasuksiin kuten mahdollisuuksien ikkunan valmisteluun tai sen hyödyntämiseen. Liitettynä SMS-lähestymistapaan ne soveltuvatkin hieman erilaisten kysymysten ratkaisemiseen. Nichejohtamisen avulla voidaan tukea hallitsevaa teknologista regiimiä haastavien teknologioiden kehittymistä, kun taas aikastrategioiden hyödyntäminen tarkoittaa mahdollisuuksien ikkunoiden valmistelua ja hyödyntämistä kilpaillussa teknologiaympäristössä.

Kehitettävää ja tutkittavaa on kuitenkin edelleen etenkin lähestymistapoja politiikassa hyödynnettäessä. Muun muassa politiikan suunnittelulle ja instrumenteille olisi saatava selkeämmät kriteerit erilaisissa konteksteissa, teknis-taloudellisen järjestelmän ja poliittisen järjestelmän keskinäistä kehittymistä olisi tutkittava enemmän ja kehitysmallia tulisi pyrkiä soveltamaan myös laajoissa kansainvälisissä kehitystavoitteissa. (ibid. 677–678)

Lähestymistapaa on myös arvioitu kriittisesti (Shove & Walker 2007; Shove & Walker 2010; Heiskanen et al. 2009). Ehkä lähestymistavan peruseriaatteita syvälle luotaavimpia kommentteja ovat esittäneet Shove ja Walker (2007). He huomioivat lähestymistavan olevan yhteiskunnallisena ohjelmana luonteeltaan normatiivinen (vrt. Berkhout 2006). Tästä ei kuitenkaan ole keskusteltu, vaan menetelmä on esitelty ikään kuin itsestään selvästi hyviin päämääriin pyrkivänä tavoitteiden muodostamisen ja ohjauksen välineenä. Kuka määrittelee tavoitteet ja missä prosessissa sekä kenellä on mahdollisuus osallistua prosesseihin? Laajoihin uudistuksiin liittyy väistämättä intressejä ja ideologioita, joita tulisi tuoda esiin ja analysoida. Tähän liittyen voidaan kysyä, mitkä ovat ne hallinnolliset välineet ja edellytykset, joilla SMS-menetelmää voidaan käytännössä soveltaa? On esimerkiksi hyvin vaikeata identifioida uusia nousevia kehityskulkuja, arvioida, mitkä niistä ovat merkityksellistä, ja lopuksi konkreettisesti tukea kehitys-



#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

kulkujen vahvistumista. Kenellä on kompetenssia tehdä tämänkaltaisia arvioita, ja riittävätkö olemassa olevat hallinnolliset välineet näiden toteuttamiseen?

Kysymykset palautuvat myös edellisiin intressi- ja ideologiakysymyksiin: Mitä intressejä valinnat ja toimenpiteet edustavat? Niin ikään voidaan kysyä, miten tulisi suhtautua sosiaalisissa järjestelmissä väistämättä muodostuviin sen piirissä tuotettuja ”hyviä” tavoitteita haastaviin tai jopa niille vastakkaisiin ”pahoihin” trendeihin ja pyrkimyksiin? Tutkijoiden tulisi analysoida myös näitä kilpailevia trendejä.

Lähestymistavan piirissä ei ole myöskään keskusteltu elämäntapojen ja kuluttajakysynnän merkityksestä muutoksille. Tutkijat tarkastelevat sosiaalista muutosta loppujen varsin kapeasti ja jättävät huomioimatta laajemman sosiaalisen dynamiikan ja mekanismit, jotka väistämättä vaikuttavat esimerkiksi uusien innovaatioiden omaksumiseen ja käyttöön. Shove ja Walker ehdottavatkin, että tutkijoiden tulisi hyödyntää tarkasteluissaan laajemmin erilaisia sosiaalisen ja systeemisen muutoksen teorioita näkökulman laajentamiseksi (vrt. Geels 2010).

Smith ym. (2010, 445–446) ovat puolestaan ehdottaneet äskettäisessä artikkelissaan kuutta teemaa, joita tulisi tutkia lisää. Ensinnäkin heidän mielestään tunnettuja vielä rajoitetusti nichedynamiikka ja toimintaa. Miten nichet muodostuvat, toimivat, ovat vuorovaikutuksessa toisten nichejen kanssa, vahvistuvat jne. Toiseksi tulisi tutkia lisää niitä mekanismeja, jotka aiheuttavat regiimin avautumisen ja purkautumisen. Miten tätä prosessia voitaisiin kiihdyttää? Kolmanneksi on kysyttävä, miten monitasonäkökulma kytkeytyy alueellisesti, hallinnollisesti tai kommunikatiivisesti määriteltyihin tiloihin? Regiimit ja nichet eivät välttämättä kytkeydy yksi-yhteen jonkin sosiaalisen yhteisön, alueellisen kokonaisuuden tai valtion rajaamien tilojen kanssa. Mitä tästä seuraa systeemien toiminnan kannalta, tai miten esimerkiksi nichet muodostuvat globaaleissa verkostoissa? Neljänneksi muutoksen kuvaamiseen tarvittavista metodeista olisi käytävä laajempaa keskustelua. Viidenneksi olisi tarkasteltava sitä, miten toimijuus, politiikka ja erilaiset intressit kietoutuvat mukaan muutoksiin ja vaikuttavat niihin. Intressit ja valta ovat keskeisiä kysymyksiä järjestelmän kehittämisvalintoja tehtäessä. Viimeiseksi he peräänkuuluttavat julkisen politiikan analyysin selkeämpää kytkemistä osaksi analyysiä. Tähän mennessä politiikkaprosessit ovat näyttäneet ikään kuin muutoksille ulkoisena voimana, joka ei kuitenkaan ole ollut integroitu osa muutosanalyysiä.

Mikäli SMS leviää politiikkakäytäntöihin laajemmalti, erityisen relevantiksi muodostuu myös Heiskasen ym. (2009) huomio siitä, että SMS on alun perin kehitetty hollantilaisessa kontekstissa, jonka politiikan ja hallinnon traditiot

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

poikkeavat esimerkiksi suomalaisesta politiikka- ja hallintokulttuurista. Tällöin mielenkiintoiseksi tutkimuskohteeksi ja käytännön haasteeksi muodostuu se, miten SMS-lähestymistapaa sovelletaan erilaisissa kulttuurisissa ja paikallisissa konteksteissa. On myös mahdollista, että kulttuuri ja poliittiset tilanteet eroavat mallin oletuksista liikaa, mikä saattaa estää sen soveltamisen. Malli kantaa mukanaan omia metatason oletuksiaan poliittisista ja hallinnollisista prosessista ja sen luonteesta (esim. avoimuus, osallistuminen), jotka eivät välttämättä ole helposti sovittavissa yhteen muunlaisen tradition kanssa.

#### **4.5 Sosiotekninen muutos tutkimuskäsitteenä ja politiikan näkökulmana**

Sosioteknisen muutoksen teoriaa ja taustalla vaikuttavaa kompleksisten systeemien teoriaa voi pitää monin tavoin hedelmällisenä yrityksenä tavoittaa innovaatioprosessien monimutkainen ja sosiaalinen ulottuvuus. Innovaatiojärjestelmätarkasteluiden näkökulmasta teoria antaa aiempia tarkasteluita selkeämpiä analyttisiä välineitä tarkastella järjestelmäevoluutiota ja muutoksia. Esimerkiksi ”institutionaalisen” innovaatiojärjestelmätutkimuksen traditiossa (esim. Edquist 1997) muutoksia, järjestelmän sisäisiä kytkentöjä ja dynamiikkoja on useinkin tyydytty lähinnä kuvailemaan.

Teorialla on ehkä eräänlainen sosiaalinen tilaus. Yhä useammin maailma kuvataan nopeasti muuttuvaksi, vaikeasti hallittavaksi ja monimutkaisia kytkentöjä sisältäväksi. Tähän ovat vaikuttaneet niin uusien tietoteknologioiden kehittyminen, taloudellinen ja kulttuurinen globalisaatio kuin aiempien kulttuuristen ja poliittisten rakenteiden väistyminen ja uusien rakenteiden muodostuminen (esim. Castells 1996). Ympäristössämme on lisääntyvästi piirteitä, jotka korostavat asioiden systeemistä luonnetta. Sosiaaliset rakenteet ovat diffuuseja ja dynaamisia (esim. verkostoja) ja yhteiskuntapolitiikan keinoin ratkottavat sosiaaliset ongelmat kattavat useita hallinnon sektoreita ja tasoja. (Pelkonen 2006) Samalla, kun ymmärryksemme maailmasta muuttuu entistä kompleksisemmäksi, syntyy myös tarve käsitteellisille välineille, joilla kompleksisuutta voidaan jäsentää ja ehkä jopa jossakin määrin hallita.

Sosioteknisen muutoksen teorian keskeinen hyöty liittyykin siihen, että se tarjoaa välineitä luoda kokonaisvaltaisia jäsennyksiä monimutkaisista, usein ajallisesti ja paikallisesti hajautuneista ja laajoista prosesseista, jotka muuten saattaisivat vaikuttaa jopa kaootisilta tai toisiinsa liittymättömiltä. ”Monitasoperspektiivi”

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

kytkee yhteiskunnan eri toiminta-ulottuvuudet yhteen ja kykenee selittämään sekä järjestelmän muuttumattomuutta että muutosta.

Vaikka holistisuus on eittämättä voima, se on samalla teorian heikkous. Se mitä yleistämisessä saavutetaan, hävitään yksityiskohdissa. Empiirisessä tutkimuksessa havaitaan pian, että tapahtumien yksityiskohtien ymmärtämiseksi tarvitaan myös muita (avustavia) teorioita ja näkökulmia, ja on myös mahdollista luoda sille vaihtoehtoisia teoreettisia narratiiveja, kuten Shove ja Walker (2007; 2010) ovat esittäneet. Myös Geels on ilmeisen tietoinen tästä tarkastellessaan äskettäisessä artikkelissaan (Geels 2010) erilaisten yhteiskuntateorioiden mahdollisuuksia täydentää sosioteknisen muutoksen teoriaa.

Tästä huolimatta se on tällä hetkellä ehkä varteenotettavin tapa tarkastella kokonaisvaltaisesti laajoja teknologisia ja sosiaalisia järjestelmätason muutoksia systeemiteoreettisesti. Se myös astuu eteenpäin ”aiempaa sukupolvea” edustavasta Giddensin (1984) strukturaatioteoriasta, jota on kritisoitu mm. juuri siitä, että sen avulla muutosta on vaikea selittää (Ilmonen 1995). Teoria tarjoaa laajasti lähtökohtia uudelle teoreettiselle ja empiiriselle tutkimukselle, jonka avulla sitä on mahdollista myös täsmentää ja haastaa. Tätä voi pitää myös hedelmällisen teorian eräänä tunnusmerkkinä. Hyvä teoria ei välttämättä ”sulkeudu” vaan on pikemminkin avoin erilaisille keskusteluille ts. tarjoaa virikkeitä ja lähtökohtia uudelle tutkimukselle ja ajattelulle.

Sosioteknisen muutoksen suuntaamisen lähestymistapa ei ehkä ole tutkimuksellisesti yhtä kiinnostava kuin sosioteknisen muutoksen teoria. Sen sijaan kiinnostavuus kasvaa siitä, että se tarjoaa järjestelmäteorian pohjalta nousevia käytännön sovelluksia yhteiskuntapolitiikan suunnittelijoiden ja toteuttajien käyttöön. Yhteiskuntapolitiikan näkökulmasta erityisesti siihen sisältyvä lupaus tehdä ”mahdoton mahdolliseksi” on epäilemättä kiehtova. Kiteytetysti SMS lupaa tarjota välineitä itseorganisoituvien järjestelmien ohjaamiseen sekä tulevaisuuden hallitsemiseen. Itseorganisoituvien järjestelmien ohjaaminen on kuitenkin itsessään teoreettinen paradoksi, ja tulevaisuuden ennakoiminen saati hallinta on useasti todettu hankalaksi, jos ei mahdottomaksi. SMS on lähtökohdiltaan moniselitteinen ja jopa ristiriitainen, kuten Heiskanen ym. (2009) ovat todenneet.

Se sopii kuitenkin ajatuksellisesti hyvin yhteen useimmiten yhteiskuntapolitiikan taustalla vaikuttavien metatason järjestelmähallintatavoitteiden kanssa. Esimerkiksi innovaatiopolitiikan voi nähdä jatkavan sellaisten järjestelmänäkemyksen hallinnollis-poliittisen käytön traditiota, jossa tavoitteena on ollut järjestelmän ohjaaminen ja hallinta (Miettinen 2002). SMS:n voi nähdä lähestymistapana sopivan myös viimeaikaiseen valtionhallintoa luonnehtineeseen suuntaukseen

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

antaa enemmän tilaa toimijoille ja ohjata näitä pikemminkin tavoitteenasettelun ja arvioinnin kautta kuin yksityiskohtaisten normien avulla. (Rhodes 1997)

Sisällöllisesti tarkastellen sosioteknisen muutoksen teorian ja SMS:n tarjoamat näkökulmat voivat osoittautua erityisen tärkeiksi yhteiskuntapolitiikan hahmottamisessa ja itsereflektiassa. Esimerkiksi innovaatiopolitiikassa voidaan kysyä, missä määrin politiikan muotoilijat ja rahoitusorganisaatiot toimivat ”sokeasti” olemassa olevien regiimien puitteissa ja eivät kykene tästä sekä systeemirajoitteista johtuen huomioimaan ja tukemaan riittävästi uusia avauksia ja niche-innovaatioiden kehittymistä. Tällöin voidaan asettaa myös tietoisesti kysymys siitä, missä määrin yhteiskuntapoliittisten toimijoiden tulee tukea järjestelmän radikaalia uudistumista tai missä määrin uusiutuminen toteutuu inkrementaalisesti vähittäisten uudistusten kautta. Kysymykset näyttävät erityisen relevantteina Suomessa juuri nyt, kun julkisen palvelujärjestelmän ja politiikan uudistamiseen kohdistuu merkittäviä paineita.

Sosioteknisen muutoksen teoria ja SMS kiinnittävät myös paljon huomiota diversiteetin ylläpitämiseen sekä riskien ottamiseen järjestelmässä, sen uudistumiskyvyn ylläpitämiseksi ja tukemiseksi. Nykyisen tehokkuutta ja tuotosten maksimointia korostavan yhteiskuntapolitiikan aikana tämä lienee tarpeellinen ja mielenkiintoinen näkökulma pohdittavaksi. Viime kädessä kilpailukykyisten ja innovatiivisten tuotteiden, toimintamallien tai prosessien muodostuminen edellyttää tietynlaista ”tuhlausta” ja riskinottoa järjestelmältä: Kaikista kokeiluista ei synny koskaan ”kultamunia” ja tämä tulisi ehkä hyväksyä osana sitä hintaa, joka järjestelmän uudistumisesta maksetaan. Esimerkiksi tutkimuksen kirjoa ei ehkä tulisi rahoituksellisesti pyrkiä rajoittamaan ainoastaan ns. strategisesti tärkeisiin tiede- ja teknologia-alueisiin keskittymällä. Todennäköisesti strategiset prioriteetit edustavat kuitenkin vain osaa kaikista tulevaisuuden potentiaalisista tietotarpeista. Emme voi tietää, minkälaista tietopohjaa tarvitsemme yhteiskunnan ja talouden kehittämiseksi esimerkiksi 20 vuoden kuluttua, ja sen kehittäminen ”tyhjästä” saattaa puolestaan osoittautua liian haasteelliseksi.

Tässä tuleekin esiin eräs SMS:n keskeisistä haasteista, johon jo edellä kiinnitettiin huomiota: Jos ja kun tehdään valintoja, millä ehdoin ja kompetenssein nuo valinnat tehdään? Sikäli, kun kyse ei ole puhtaasti normatiivisista valinnoista, ne saattavat osoittautua myös vääriksi. SMS ei näytä olevan kykenevä tarjoamaan selkeää ratkaisua tähän valintojen tekemisen ongelmaan, joka koskee varsin laajasti kaikkea yhteiskuntapolitiikkaa tällä hetkellä.

Puutteistaan huolimatta SMS tarjoaa epäilemättä varteenotettavan lähestymistavan laajojen ja pitkäjänteisten politiikkaohjelmien rakentamiseen. Myönteisiä

#### 4. Kompleksiset sosiaaliset järjestelmät ja sosiotekninen muutos

esimerkkejä on olemassa. Etenkin SMS:n ”suomalainen versio” – juurruttaminen – on osoittautunut hedelmälliseksi tutkivan kehittämisen lähestymistavaksi hie-  
man hollantilaista siskoaan rajatummissa konteksteissa (esim. Heiskanen ym.  
2009). Monitahoisten teknologisia ja organisatorisia elementtejä sisältävien or-  
ganisaatioiden uudistumisprosesseissa juurruttaminen näyttää olevan useasti  
toimiva tapa lähestyä muutosta. Niin ikään samassa yhteydessä Geelsin moni-  
tasomalli on osoittanut toimivuutensa sekä muutoksen kommunikoinnissa että  
muutosta jäsentävänä tutkimuskäsitteenä.

Kumpikaan lähestymistapa ei ole millään tavoin ”valmis”, vaan ne tarjoavat  
paljon tutkimus- ja kehittämishaasteita. Erityisen mielenkiintoista on tulevaisuu-  
dessa nähdä, miten ne toimivat toisistaan poikkeavissa toiminnallisissa, kulttuu-  
risissa ja hallinnollisissa konteksteissa sekä minkälaisia täydennyksiä ja sopeut-  
tamista sekä teoria että siitä johdettu instrumentti mahdollisesti tarvitsevat.

## 5. Kohti synteesiä?

Kuten johdannossa jo viitattiin, tässä esitelty kolme lähestymistapaa innovaatio-toiminnan systeemiseen luonteeseen pikemminkin täydentävät toisiaan, kuin ovat toisensa poissulkevia. Kullakin lähestymistavalla on omat vahvuutensa, jotka täydentävät kuvaa systeemisten innovaatioiden ja sosioteknisten muutosten luonteesta.

Innovaatiojärjestelmäkirjallisuuden ehkä keskeisin vahvuus on siinä, miten sen piirissä on tunnistettu erilaisia innovaatiotoimintaan liittyviä elementtejä. Toinen selkeä vahvuus liittyy puolestaan innovaatiotoiminnan sosiaalisen ja vuorovaikutteisen luonteen tunnistamiseen. Käytännössä ymmärryksemme innovaatiotoiminnasta ja siihen vaikuttavista tekijöistä lepää edelleen varsin pitkälle tämän perustan päällä.

Innovaatiojärjestelmätutkimuksen haaste on järjestelmäkäsitteen teoreettisessa kehittymättömyydessä. Järjestelmän elementtien välinen vuorovaikutus ja toimijoiden keskinäisriippuvuus ei välttämättä vielä riitä toiminnan dynamiikan kuvaukseen ja sen hallintaan – vaikka näin useat politiikan tekijät ovat tutkimussuuntauksen piirissä kehitettyjä järjestelmäkäsitteitä tulkinneet (Miettinen 2002). Järjestelmän funktiot ja niiden vuorovaikutus on jäänyt usein toissijaiseksi toimijakategorioiden kuvauksen ollessa analyysin ensisijainen kohde. Eräs vaihtoehto voisikin olla lähteä toimijakategorioiden sijaan liikkeelle järjestelmän funktioista (Liu & White 2001).

Sosioteknisen muutoksen teoria ja sen taustalla vaikuttavat kompleksisten järjestelmien teoria ja rakenteistumisteoria nostavat sen sijaan esille järjestelmän sisäiseen tilaan liittyvät tekijät sekä tästä kumpuavan monimutkaisen vuorovaikutuksen. Nyt toiminta, joka ylläpitää ja muokkaa rakenteita, nousee keskeiseen rooliin. Sosioteknisen muutoksen teoria tarjoaa välineitä luoda jäsennyksiä monimutkaisista, usein ajallisesti ja paikallisesti hajautuneista ja laajoista prosesseista, jotka muuten saattaisivat vaikuttaa jopa kaottisilta tai toisiinsa liittymät-

tömiltä. Sen esittelemä ”monitasoperspektiivi” kytkee yhteiskunnan eri toimintaulottuvuudet yhteen ja kykenee selittämään sekä järjestelmän muuttumattomuutta että muutosta. Tässä suhteessa se täydentää innovaatiojärjestelmänäkökulman eräänlaista ”staattisuutta”. Se on myös dynamisempi kuin innovaatiojärjestelmänäkökulman tilalle tarjottu funktionalismi, joka pitää helposti sisällään yhteiskunnallista pysyvyyttä ja staattisuutta korostavia elementtejä.

Sosioteknisen muutoksen teorian haaste on sen yleisyydessä. Laajat makrotason käsitteet peittävät helposti alleen paljon olennaista toimintaa eivätkä ole analyttisesti tarkkoja. Tässä suhteessa innovaatiojärjestelmätutkimuksen toimija- ja toimintakategorioiden kiinnittyvä perinne täydentää sosioteknisen muutoksen teoriaa. Koska innovaatiotoimintaan vaikuttavia tekijöitä on useita ja niiden merkitys myös vaihtelee toimintakontekstista riippuen, näiden tarkasteluun on löydettävä tarkempia analyttisiä välineitä paljolti ”makrokäsitteillä” operoivan sosioteknisen muutoksen teorian sisällä.

Vastaavalla tavalla liikkeenjohdon tutkimuksen suuntaus avaa täydentäviä jäsenyyksiä systeemisyteen erityisesti yritys- ja liiketoimintaympäristöjen näkökulmasta. Lähestymistavan keskeinen kontribuutio on nimenomaisesti yritystason sekä liiketoiminnan näkökulman mukaan tuominen keskusteluun. Lähestymistavan käytännönläheisyys, pyrkimys vastata kysymykseen ”miten tekisimme tämän” tarjoaa vastapainoa usein varsin abstrakteilla käsitteillä operoiville innovaatio- ja sosioteknisen järjestelmän näkökulmille.

Kun liikkeenjohdon tutkimusperinne kiinnittyy suhteellisen operatiiviseen yritysnäkökulmaan, sosioteknisen muutoksen suuntaaminen kiinnittää huomioita ja pyrkii kehittämään käytännöllisiä poliittikkavälineitä laajojen yhteiskunnallisten uudistusten läpivientiin. Kuten todettu, SMS-tutkimusperinnettä voi pitää eräänlaisena sosioteknisen muutoksen teorian ”käytännön sovelluksena”. Toisaalta, vaikka suuntauksen piirissä on pyritty luomaan selkeitä operatiivisia toimintamalleja, kysymys ”miten” on edelleen usein erilaisten mikrotason kokeiluiden varassa ja kaipaa systematisointia.

Yksinkertaistaen voi todeta, että tarkastellut tutkimussuuntaukset täydentävät toisiaan ainakin seuraavilla ulottuvuuksilla:

- Makro – mikro: Kun innovaatiojärjestelmätutkimus ja sosioteknisen muutoksen teoria operoivat tyypillisesti makrotason järjestelmäkäsitteillä (tutkimussuuntausten sisään mahtuu myös mikrotason tarkastelua – hallitseva näkökulma on kuitenkin laajoissa järjestelmissä), liikkeenjohdon ja inno-

## 5. Kohti synteesiä?

vaatiojohtamisen sekä sosioteknisen muutoksen suuntaamisen näkökulmat pyrkivät täydentämään näitä mikrotason toiminnan ehdoilla.

- Teoreettinen – operatiivinen: Edellinen jako liittyy tähän kaksinaisuuteen. Liikkeenjohdon ja sosioteknisen muutoksen suuntaamisen tutkimussuuntauokset orientoituvat operatiiviseen toimintaan, sen johtamiseen ja ohjaukseen.
- Holistinen – analyttinen: Etenkin sosioteknisen muutoksen teoria pyrkii kokonaisvaltaiseen teoreettiseen kattavuuteen. Tätä täydentävät innovaatiojärjestelmäkirjallisuuden empiiris-analyttiset käsitteet.
- Dynaaminen – staattinen: Innovaatiojärjestelmäkirjallisuus ei ole ollut parhaimmillaan toiminnan dynamiikan kuvaajana. Tästä johtuu myös se, että sitä ei voi pitää varsinaisena innovaatiotoiminnan systeemisyyttä kuvaavana tutkimussuuntauksena. Systeemisyyteen kuuluu olennaisen elementtinä järjestelmän osien funktionaalinen vuorovaikutus, jonka kuvaus on jäänyt toimijoiden (toimijakategorioiden) vuorovaikutuksen kuvauksen varaan. Tätä ulottuvuutta voidaan puolestaan etsiä rakenteistumisteorioista ja kompleksisten sosiaalisten järjestelmien teorioista lähtökohtia hakevista sosioteknisen muutoksen ja sen suuntaamisen teorioista.

Viime kädessä tarvitsemme kaikkia näkökulmia jäsentämään systeemisyyttä. Ne tarjoavat toisiaan täydentäviä näkökulmia sekä tutkimukseen että yhteiskuntapolitiittiseen keskusteluun ja päätöksentekoon. Käytännössä se, että innovaatiot ja uudistukset nähdään yhä useammin luonteeltaan systeemisinä, tarkoittaa mm. sitä, että niitä on lähestyttävä useiden eri yhteiskunnallisten ulottuvuuksien ja teknologioiden leikkauspisteinä. Vaikka kokonaisuuden toiminnan ymmärtäminen voi tulla mahdolliseksi esimerkiksi sosioteknisen muutoksen teorian avulla, samalla on huomioitava myös se, että toimialat ja teknologiat eroavat toisistaan toimintalogiikoiltaan ja mahdollisuuksiltaan. Voimme tarvita toiminnan kehittämiseksi esimerkiksi niitä teoreettisia käsitteitä ja empiirisiä havaintoja, joita on kehitetty toimiala- tai sektoraalisten innovaatiojärjestelmien tarkastelun yhteydessä. Uuden innovaation juurruttamiseksi käytäntöön puolestaan tarvitaan niitä välineitä, joita on kehitetty sosioteknisen muutoksen suuntaamisen piirissä.

Konkreettisena esimerkkinä voimme ajatella yhteiskunnallista uudistusta, johon liittyy teknologisia, sosiaalisia, lainsäädännöllisiä ja koulutuksellisia ulottuvuuksia. Tällainen on terveydenhuollossa kokeiluasteella oleva informaatioteknologiaan perustuvien omahoitojärjestelmien käyttöönotto. Koko yhteiskunnan tasolla



tarkasteltuna ytimeltään sosiaali- ja terveyssektorin toimintaan kuuluva asia saa liittymäpintoja muun muassa t&k-toimintaan (teknologinen kehitys, sen tukeminen), koulutukseen (tarvittavat atk-valmiudet väestössä ja terveydenhuollon henkilöstöllä), julkiseen talouteen (valtion ja kuntien resurssit) ja työelämän kehitykseen (miten toimenkuvat ja vaatimukset muuttuvat). Näin periaatteessa vain terveydenhuoltosektorin toimintaan liittyvä asia nivoutuu monitahoisesti useiden yhteiskuntapoliittisten sektoreiden toimintaan ja myös mahdollistuu näiden monimutkaisen vuorovaikutuksen tuloksena – se on näin määritellen luonteeltaan systeeminen. Muutoksen mahdollistuminen edellyttää puolestaan erilaisten politiikkojen kytkeytymistä toisiinsa ja koordinaatiota systeemin muuttamiseksi pitkällä jännteellä.

Tässä puolestaan voi auttaa julkaisussa esiteltyjen tutkimussuuntausten pohjalta rakennettu näkemys systeemisen muutoksen luonteesta ja sen suuntaamisesta. Valmista sovellettavissa olevaa synteesiä ei kuitenkaan ole mahdollista tarjota, koska toimintamallien soveltaminen on monin tavoin toimintaympäristöspesifi liiketoiminta-, yhteiskuntapolitiikka-, rakenne- ja kulttuurikysymys. Toimintamallit ja kokemukset eivät esimerkiksi ole sellaisenaan siirrettävissä maasta tai toimialalta toiseen. Kysymys on ensisijaisesti empiirinen ja sisältää paljon vielä ratkaisemattomia tutkimus- ja kehittämishaasteita.

# Lähdeluettelo

- Ahrweiler, P. 2010. Innovation in complex social systems: an introduction. Teoksessa: Ahrwiler P. (toim.) Innovation in Complex Social Systems. Routledge: London and New York.
- Andriani, P. 2007. Evolutionary dynamics of industrial clusters. Teoksessa: Mittleton-Kelly, E. (toim.) 2007. Complex systems and evolutionary perspectives on organizations. The Application of Complexity Theory to Organizations. Emerald:UK.
- Asheim, B. T. & Gertler, M. S. 2005. The Geography of innovation: Regional innovation systems. Teoksessa: Fagerberg, J., Mowery, D. C. & Nelson, R. R. (toim.). The Oxford handbook of innovation. Oxford University Press, Oxford.
- Baldwin, C. 2010. When open architecture beats closed: the entrepreneurial use of architectural knowledge. Harvard Business School Finance, Working Paper No. 10-063.
- Bausch, K. 2002. Roots and Branches: A Brief, Picaresque, Personal History of Systems Theory. Systems Research and Behavioral Science 19, s. 417–428.
- Berkhout, F. 2006. Normative expectations in systems innovation. Technology Analysis & Strategic Management 18, No. 3–4, s. 299–311.
- Borrás, S. 2004. System of innovation theory and the European Union. Science and Public Policy 31, 6, s. 425–433.
- Brusoni, S. & Prencipe, A. 2001. Managing knowledge in loosely coupled networks. Journal of Management Studies 38, 7, s. 1019–1035.
- Burns, T. R. & Flam, H. 1987. The Shaping of Social Organization: Social Rule System Theory with Applications. Sage Publications, London.
- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M. & Rickne, A. 2002. Innovation systems: analytical and methodological issues. Research Policy 31, s. 233–245.
- Castells, M. 1996. The information age: Economy, society and culture. Volume 1. The rise of the network society. Oxford: Blackwell Publishers.
- Chang, Y.-C. & Chen, M.-H. 2004. Comparing approaches to systems of innovation: the knowledge perspective. Technology in Society 26, s. 17–37.
- Chesbrough, H. & Teece, D. 1996. When is virtual virtuous? Organizing for innovation. Harvard Business Review, January–February 1996, s. 65–73.

- Coenen, L. & Diaz López, F. J. 2009. Comparing systems approaches to innovation and technical change for sustainable and competitive economies: an exploratory study into conceptual commonalities, differences and complementarities. Circle Electronic Working Papers 2009/12.
- Cohen, M. J. 2010. Destination unknown: Pursuing sustainable mobility in the face of rival societal aspirations. *Research Policy* 39, 4, s. 459–470.
- Cooke, P. 2001. Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy. *Industrial and Corporate Change* 10, 4, s. 945–974.
- Cooke, P., Gomez Uranga, M. & Etxebarria, G. 1997. Regional Innovation Systems: Institutional and Organisational Dimensions. *Research Policy* 26, s. 475–491.
- David, P. A. & Foray, D. 1995. Assessing and expanding the science and technology knowledge base. *STI Review* 16, 1, s. 13–68.
- Davies, A. 1997. The life cycle of a complex product system. *International Journal of Innovation Management* 1, 3, s. 229–256.
- Davies, A. & Brady, T. 1998. Policies for a complex product system. *Futures* 30, 4, s. 293–304.
- De Laat, P. B. 1999. Systemic innovation and the virtues of going virtual: The case of the digital video disc. *Technology Analysis & Strategic Management* 11, 2, s. 159–180.
- DiMaggio, P. & Powell, W. 1983. The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review* 48, s. 147–160.
- Doloreux, D. & Parto, S. 2005. Regional innovation systems: Current discourse and unresolved issues. *Technology in Society* 27, 2, s. 133–153.
- Edquist, C. 2005a. Systems of innovation. Perspectives and challenges. Teoksessa: Fagerberg, J., Mowery, D. C. & Nelson, R. R. (toim.). *The Oxford handbook of innovation*. Oxford University Press, Oxford.
- Edquist, C. 2005b. Reflections on the systems of innovation approach. *Science and Public Policy* 31, 6, s. 485–489.
- Edquist, C. (toim.) 1997. *Systems of Innovation: Technologies, organizations and institutions*. London and Washington: Pinter Publishers.
- Ersnt, D. 2005. Complexity and internationalisation of innovation: Why is chip design moving to Asia? *International Journal of Innovation Management* 9, 1, s. 47–73.

- Espejo, R. 2007. Social systems and embodiment of organizational learning. Teoksessa: Mittleton-Kelly, E. (toim.) 2007. Complex systems and evolutionary perspectives on organizations. The Application of Complexity Theory to Organizations. Emerald: UK.
- Fagerberg, J. 2003. Schumpeter and the revival of evolutionary economics: an appraisal of the literature, *Journal of Evolutionary Economics* 13, s. 125–159.
- Freeman, C. & Louca, F. 2001. *As Time Goes By. From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. New York: Oxford University Press.
- Fukuda, K. & Watanabe, C. 2008. Japanese and US perspectives on the national innovation ecosystem. *Technology in Society* 30, s. 49–63.
- Gann, D., Wang, Y. & Hawkins, R. 1998. Do regulations encourage innovation? The case of energy efficiency in housing. *Building Research & Information* 26, 5, s. 280–296.
- Gawer, A. (toim.). 2009. *Platforms, markets and innovation*. Edward Elgar, Cheltenham.
- Gawer, A. & Cusumano, M. 2002. *Platform leaderships: how Intel, Microsoft, and Cisco drive industry innovation*. Harvard University Press, Boston.
- Geels, F. W. 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy* 31, s. 1257–1274.
- Geels, F. W. 2004. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems. Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy* 33, s. 897–920.
- Geels, F. W. 2005. The dynamics of transitions in socio-technical systems: A multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860–1930). *Technology analysis & Strategic Management* 17, 4, s. 445–476.
- Geels, F. W. 2006a. Major system change through stepwise reconfiguration: A multi-level analysis of the transformation of American factory production (1850–1930). *Technology in Society* 28, s. 445–476.
- Geels, F. W. 2006b. Co-evolutionary and multi-level dynamics in transitions: The transformation of aviation systems and the shift from propeller to turbojet (1930–1970). *Technovation* 26, s. 999–1016.
- Geels, F. W. 2007a. Analysing the breakthrough of rock 'n' roll (1930–1970) Multi-regime interaction and reconfiguration in the multi-level perspective. *Technological Forecasting & Social Change* 74, s. 1411–1431.

- Geels, F. W. 2007b. Transformations of large technical systems. A multilevel analysis of the Dutch highway system (1950–2000). *Science, Technology & Human Values* 32, 2, s. 123–149.
- Geels, F. W. 2010. Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research Policy* 39, s. 495–510.
- Geels, F. W. & Schot, J. 2007. Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36, s. 399–417.
- Geels, F. W. & Kemp, R. 2007. Dynamics in socio-technical systems: Typology of change processes and contrasting case studies. *Technology in Society* 29, s. 441–455.
- Genus, A. & Coles, A.-M. 2008. Re-thinking the multi-level perspective of technological transitions. *Research Policy* 37, 9, s. 1436–1445.
- Giddens, A. 1984. *The constitution of society: Outline of the theory of structuration*. Cambridge: Polity Press.
- Godin, B. 2009. National innovation system: The system approach in historical perspective. *Science, Technology and Human Values* 34, 4, s. 476–501.
- Gopalakrishnan, S. & Bierly, P. 2001. Analyzing innovation adoption using a knowledge-based approach. *Journal of Engineering and Technology Management* 18, s. 107–130.
- Granstrand, O., Patel, P. & Pavitt, K. 1997. Multi-technology corporations: why they have “distributed” rather than “distinctive core” competencies. *California Management Review* 39, 4, s. 8–25.
- Hautamäki, A. 2008. *Kestävä innovointi. Innovaatiopolitiikka uusien haasteiden edessä*. Sitra, Helsinki.
- Heiskanen, E., Kivisaari, S., Lovio, R. & Mickwitz, P. 2009. Designed to Travel? Transition management encounters environmental and innovation policy histories in Finland. *Policy Sciences* 42, 4, s. 409–427.
- Henkel, J. & Baldwin, C. 2009. *Modularity for value appropriation: Drawing the boundaries of intellectual property*. Harvard Business School.
- Hernesniemi, H. (toim.) 2010. *Digitaalinen Suomi 2020: Älykäs tie menestykseen*. Teknologiateollisuus, Helsinki.
- Hernesniemi, H., Lammi, M. & Ylä-Anttila, P. 1995. *Kansallinen kilpailukyky ja teollinen tulevaisuus*. Taloustieto Oy, Helsinki.

- Hodson, M. & Marvin, S. 2010. Can cities shape socio-technical transitions and how would we know if they were? *Research Policy* 39, 4, s. 477–485.
- Howells, J. & Roberts, J. 2000. From innovation systems to knowledge systems. *Prometheus* 18, 1, s. 17–31.
- Ilmonen, K. 1995. Anthony Giddensin rakenteistumisteoria ja sen kritiikki. Teoksessa: Heiskala, R. (toim.) *Sosiologisen teorian nykysuuntauksia*. Tampere: Gaudeamus.
- Jaspers, F. 2009. *Organizing systemic innovation*. Erasmus University, Rotterdam.
- Jaspers, F. & van den Ende, J. 2010. Open innovation and systems integration: how and why firms know more than they make. *International Journal of Technology Management* 32, 3/4, s. 275–294.
- Johannessen, J.-A. 2009. A systemic approach to innovation: the interactive innovation model. *Kybernetes* 38, 1/2, s. 158–176.
- Kemp, R. & Loorbach, D. 2006. Transition management: a reflexive governance approach. Teoksessa: Voss, J., Bauknecht, D. & Kemp, R. (toim.) *Reflexive Governance for Sustainable Development*. Edward Elgar: Cheltenham.
- Kemp, R., Rip, A. & Schot, J. 2001. Constructing transition paths through the management of niches. Teoksessa: Garud, R. & Karnoe, P. (toim.) *Path dependence and creation*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kemp, R., Schot, J. & Hoogma, R. 1998. regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management. *Technology analysis and strategic management* 10, 2, s. 175–196.
- Kivisaari, S. 2001. *Kokemuksia vuorovaikutuksesta kehittämistyössä*. VTT Group for Technology Studies. Discussion Papers 28. Espoo.
- Kivisaari, S., Eklund, F., Kämäräinen, V., Ekroos, N., Torkki, P. & Saranummi, N. 2007. Hankekorit omahoito ja kotona asumisen tuki. Teoksessa: *Innovaatioita julki- seen terveydenhuoltoon*. Finn-well-ohjelman ensimmäinen väliarviointi. Tekes, *Teknologiaohjelmaraaportti 3/2007*, Helsinki.
- Kivisaari, S., Kokkinen, L., Lehto, J. & Saari, E. 2009. Sosiaali- ja terveydenhuollon systeemisen innovaation johtaminen. Kahden tapaustutkimuksen opetuksia. VTT Tiedotteita 2504. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2504.pdf>.
- Kivisaari, S., Kortelainen, S. & Saranummi, N. 1999. Innovaatioiden juurruttaminen terveydenhuollon markkinoilla. Tekes, *Digitaalisen median raportti 7/99*. Helsinki.

- Langlois, R. 1988. Economic change and the boundaries of the firm. *Journal of Institutional and Theoretical Economics* 144, s. 635–657.
- Langlois, R. 1992. Transaction-cost economics in real time. *Industrial and Corporate Change* 1, 1, s. 99–127.
- Langlois, R. & Garzarelli, G. 2008. Of hackers and hairdressers: modularity and the organizational economics of open-source collaboration. *Industry & Innovation* 15, 2, s. 125–143.
- Langlois, R. & Robertson, P. 1992. Networks and innovation in a modular system: lessons from the microcomputer and stereo component industries. *Research Policy* 21, 4, s. 297–313.
- Lemola, T. 2000. Evolutionaarinen taloustiede. Teoksessa Lemola T. (toim.) *Näkökulmia teknologiaan*, Helsinki: Gaudeamus. S. 149–175.
- Lewin, R. & Regine, B. 2007. The core of adaptive organizations. Teoksessa: Mittleton-Kelly, E. (toim.) *Complex systems and evolutionary perspectives on organizations. The Application of Complexity Theory to Organizations*. Emerald: UK.
- Liu, X. & White, S. 2001. Comparing innovation systems: a framework and application to China's transitional context. *Research Policy* 30, s. 1091–1114.
- Loorbach, D. & Rotmans, J. 2010. The practice of transition management; examples and lessons from four distinct cases, *Futures* 42, s. 237–246.
- Lundvall, B.-Å. 2007. National innovation systems – Analytical concept and development tool. *Industry and Innovation* 14, 1, s. 95–119.
- Lundvall, B.-Å., Johnson, B., Andersen, E. S. & Dalum, B. 2002. National systems of production, innovation and competence building. *Research Policy* 31, s. 213–231.
- Malerba, F. 2002. Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy* 31, s. 247–264.
- Malerba, F. 2005. Sectoral systems. How and why innovation differs across sectors. Teoksessa: Fagerberg, J., Mowery, D. C. & Nelson, R. R. (toim.) *The Oxford handbook of innovation*. Oxford University Press, Oxford.
- Markard, J. & Truffer, B. 2008. Technological innovation systems and the multi-level perspective: towards an integrated framework. *Research Policy* 37, 4, s. 596–615.
- Maula, M., Keil, T. & Salmenkaita, J.-P. 2005. Open innovation in systemic innovation contexts. Chapter 12 in *Open Innovation: Researching a New Paradigm*.

- Miettinen, R. 2002. National innovation system: Scientific concept or political rhetoric. Helsinki: Edita.
- Mittleton-Kelly, E. 2007. Ten principles of Complexity and Enabling Infrastructures. Teoksessa: Mittleton-Kelly, E. (toim.) Complex systems and evolutionary perspectives on organizations. The Application of Complexity Theory to Organizations. Emerald: UK.
- Mittleton-Kelly, E. (toim.) 2007. Complex systems and evolutionary perspectives on organizations. The Application of Complexity Theory to Organizations. Emerald: UK.
- Nelson, R. R. & Winter, S. G. 1982. An evolutionary theory of economic change. Belknap Press, Cambridge, MA.
- Nill, J. & Kemp, R. 2009. Evolutionary approaches for sustainable innovation policies: From niche to paradigm? Research Policy 38, s. 668–680.
- OPM & TEM 2009. Evaluation of the Finnish National Innovation System. Taloustieto, Helsinki.
- Papaioannou, T., Wield, D. & Chataway, J. 2009. Knowledge Ecologies and Ecosystems? An Empirically Grounded Reflection on Recent Developments in Innovation Systems Theory. Environment and Planning C: Government and Policy 27, 2, s. 319–339.
- Pavitt, K. 2004. Specialization and systems integration: where manufacture and services still meet. Chapter 5. Teoksessa: Prencipe, A., Davies, A. & Hobday, M. (toim.) The business of systems integration. Oxford University Press.
- Pelkonen, A. 2006. The Problem of Integrated Innovation Policy – Analyzing the Governing Role of the Science and Technology Policy Council of Finland. Science and Public Policy 33, s. 669–680.
- Perez, C. 2002. Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. London: Elgar.
- Rhodes, R. A. W. 1997. Understanding Governance: Policy Networks, Governance, Reflexivity and Accountability, 1st Edition. Buckingham, United Kingdom: Open University Press.
- Rip, A. & Kemp, R. 1998. Technological change. Teoksessa: Rayner, S. & Malone, E. L. (toim.) Human choice and climate change. Battelle Press, Columbus, Ohio. S. 327–399.



- Robertson, P. & Langlois, R. 1995. Innovation, networks, and vertical integration. *Research Policy* 24, s. 543–562.
- Rotmans, J., Kemp, E. & van Asselt, M. 2001. More evolution than revolution: Transition management in public policy. *Foresight – The Journal of Future Studies, Strategic Thinking and Policy* 3, s. 15–31.
- Rotmans, J. & Loorbach, D. 2009. Complexity and transition management. *Journal of Industrial Ecology* 13, 2, s. 184–196.
- Saxenian, A.-L. 1996. *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Harvard University Press.
- Schienstock, G. & Hämmäläinen, T. 2001. Transformation of the Finnish innovation system: A network approach. Sitra, Helsinki.
- Schot, J. & Geels, F. W. 2007. Niches in evolutionary theories of technical change. A critical survey of the literature. *Journal of Evolutionary Economics* 17, s. 605–622.
- Scott, W. R. 1995. *Institutions and organizations*. Thousand Oaks: Sage.
- Sharif, N. 2006. Emergence and development of the national innovation systems concept. *Research Policy* 35, s. 745–766.
- Shove, E. & Walker, G. 2010. Governing transitions in the sustainability of everyday life. *Research Policy* 39, 4, s. 471–476.
- Shove, E. & Walker, G. 2007. Commentary. *Environment and Planning A*, 39, s. 763–770.
- Sitra 2009. Rakennamme huomisen menestyvää Suomea. <http://www.sitra.fi>.
- Smith, A., Stirling, A. & Berkhout, F. 2005. The governance of sustainable socio-technical transitions. *Research Policy* 34, 10, s. 1491–1510.
- Smith, A., Voß, J.-P. & Grin, J. 2010. Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research Policy* 39, 4, s. 435–448.
- Smith, K. 2000. Innovation as a systemic phenomenon: Rethinking the role of policy. *Enterprise & Innovation Management Studies* 1, 1, s. 73–102.
- Smith, K. R. 2006. Toward an Ecosystem for Innovation: Implications for Management, Public Policy, and Higher Education. *Industry & Higher Education* 20, 4.
- Späth, P. & Rohracher, H. 2010. Energy regions': The transformative power of regional discourses on socio-technical futures. *Research Policy* 39, 4, s. 449–458

- Taylor, J. 2005. Three perspectives on innovation in interorganizational networks: systemic innovation, boundary object change, and the alignment of innovations and networks. Stanford University.
- Taylor, J. & Levitt, R. 2004. A new model for systemic innovation diffusion in project-based industries. Stanford University.
- Teece, D. 1984. Economic analysis and strategic management. *California Management Review* 26, 3, s. 87–110.
- Teece, D. 1986. Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy* 15, s. 285–305.
- Teece, D. 1988. Technological change and the nature of the firm. Teoksessa: Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. & Soete, L. (toim.) *Technical change and economic theory*. Pinter publishers. S. 256–281.
- Teece, D. 2006. Reflections on “Profiting from Innovation”. *Research Policy* 35, 8, s. 1131–1146.
- Tekes 2011. Tekesin strategia. Kasvua ja hyvinvointia uudistumisesta. <http://www.tekes.fi>.
- TEM 2010. Kysyntä- ja käyttäjälähtöinen innovaatiopolitiikka. Työ- ja elinkeinoministeriö, Helsinki.
- Tobias, S., Smith, K. R. & Leydesdorff, L. 2006. Towards an ecosystem for innovation – implications for management, policy and higher education. *Industry & Higher Education* 20, 4, s. 215–217.
- Valtioneuvosto 2008. Valtioneuvoston innovaatiopolitiittinen selonteko Eduskunnalle. <http://www.tem.fi>.
- van der Brugge, R. & Rotmans, J. 2007. Towards transition management of European water resources. *Water Resources Management* 21, s. 249–267.
- van der Brugge, R. & van Raak, R. 2007. Facing the adaptive management challenge: Insights from transition management. *Ecology and Society* 12, 2.
- Verbong, G. & Geels, F. W. 2007. The ongoing energy transition: Lessons from a socio-technical, multi-level analysis of the Dutch electricity system (1960–2004). *Energy Policy* 35, s. 1025–1037.



Tekijä(t) Mika Nieminen, Ville Valovirta & Antti Pelkonen		
Nimeke <b>Systemiset innovaatiot ja sosiotekninen muutos Kirjallisuuskatsaus</b>		
Tiivistelmä Julkaisussa tarkastellaan systeemisen innovaatiotoiminnan ja muutosten taustaa, dynamiikkaa sekä vaikutusmahdollisuuksia luomalla katsaus teemaa käsittelevään tutkimuskirjallisuuteen. Systemisellä muutoksella viitataan laaja-alaiseen toimintamallien, rakenteiden ja näiden vuorovaikutuksen samanaikaiseen muutokseen. Systemisyyden luonnetta lähestytään kolmen tutkimussuuntauksen kautta. Ensimmäinen niistä koskee innovaatiojärjestelmien tutkimusta. Se pohjautuu pitkälti institutionaaliseen ja evolutionääriseen taloustieteeseen sekä tieteen ja teknologian sosiologiaan. Toinen tutkimussuuntaus on liikkeenjohdon sekä teknologiajohtamisen tutkimus, jossa näkökulmana on yrityksen liiketoiminnan ja tuotekehityksen organisointi. Kolmas tutkimussuuntaus, sosioteknisten järjestelmien muutos, on näkökulmista laajin, ja se pyrkii käsitteellistämään yhteiskunnallisen ja taloudellisen muutoksen luonnetta sekä luomaan käsitteitä kokonaisvaltaisten siirtymien hallintaan. Kysymys innovaatiotoimintaan vaikuttavista tekijöistä on niin laaja ja monisyinen, että yhden tutkimussuuntauksen varassa sitä ei ole mahdollista tyhjentävästi selittää. Kullakin esitellystä kolmesta lähestymistavasta on omat vahvuutensa, jotka täydentävät kuvaa systeemisten innovaatioiden luonteesta. Ne tarjoavat toisiaan täydentäviä näkökulmia sekä tutkimukseen että yhteiskuntapoliittiseen keskusteluun ja päätöksentekoon.		
ISBN 978-951-38-7775-0 (nid.) 978-951-38-7776-7 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/publications/index.jsp">http://www.vtt.fi/publications/index.jsp</a> )		
Avainnimeke ja ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (nid.) 1455-0865 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/publications/index.jsp">http://www.vtt.fi/publications/index.jsp</a> )		Projektinnumero 43029
Julkaisu-aika Elokuu 2011	Kieli Suomi, engl. tiiv.	Sivuja 80 s.
Projektin nimi		Toimeksiantaja(t)
Avainsanat Systemic innovation, system innovation, systemic change, socio-technical change, innovation, innovation system, innovation policy		Julkaisija VTT PL 1000, 02044 VTT Puh. 020 722 4404 Faksi 020 722 4374



Author(s) Mika Nieminen, Ville Valovirta & Antti Pelkonen		
Title <b>Systemic innovations and socio-technical change Literature review</b>		
Abstract The publication reviews research literature dealing with systemic innovations, their dynamics and background. A systemic change is understood being an extensive change taking place concurrently in action, structures and their interaction. The review approaches systemic change via three research traditions. First of them is the traditional innovation systems studies. The second one is the technology and innovation management studies, approaching the question from the perspective of organising firms' activities and R&D. The third one is the theory of socio-technical change being the most comprehensive of these traditions in theoretical scope. The question about the elements affecting innovation processes is so wide and complex that an exhaustive answer is impossible to give by using insights only from one research tradition. Each of the reviewed approaches has strengths of its own in explaining systemic innovations. They provide complementary perspectives to both scientific and policy discussions.		
ISBN 978-951-38-7775-0 (soft back ed.) 978-951-38-7776-7 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/publications/index.jsp">http://www.vtt.fi/publications/index.jsp</a> )		
Series title and ISSN VTT Publications 1235-0605 (soft back ed.) 1455-0865 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/publications/index.jsp">http://www.vtt.fi/publications/index.jsp</a> )		Project number 43029
Date August 2011	Language Finnish, Engl. abstr.	Pages 80 p.
Name of project		Commissioned by
Keywords Systemic innovation, system innovation, systemic change, socio-technical change, innovation, innovation system, innovation policy		Publisher VTT Technical Research Centre of Finland P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 20 722 4404 Fax +358 20 722 4374

Pyrkimys vauhdittaa yhteiskunnan ja talouden systeemistä muutosta ja innovaatioita on nostettu keskeiselle sijalle Suomen innovaatiopolitiikan linjauksissa. Mutta mistä niissä on oikeastaan kyse? Ja missä määrin laajavaikutteisia muutoksia on mahdollista tai syytä pyrkiä suuntaamaan? Julkaisussa etsitään vastauksia muun muassa näihin kysymyksiin käymällä läpi teemaa käsittelevää tutkimuskirjallisuutta. Katsauksessa tarkastellaan systeemisen innovaatiotoiminnan ja muutosten taustaa, dynamiikkaa sekä mahdollisuuksia suunnata niitä talouden ja yhteiskunnan kanalta mielekkäällä tavalla.