

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
LUT School of Energy Systems
Ympäristötekniikan koulutusohjelma
Kandidaatintyö

**SOSIO-TEKNINEN, EKOLOGINEN JA TALOUDELLINEN
DIVERSITEETTI KESTÄVYYSMUUTOKSESSA**

**SOSIO-TECHNICAL, ECOLOGICAL AND ECONOMIC
DIVERSITY IN SUSTAINABILITY TRANSFORMATION**

Työn tarkastaja: Professori (kestävyystiede), MMT Helena Kahiluoto
Työn ohjaaja: Nuorempi tutkija, VTM Tuuli Ronkainen

Lappeenrannassa 19.1.2019

Perttu Palkia

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
LUT School of Energy Systems
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Perttu Palkia

Sosio-tekninen, ekologinen ja taloudellinen diversiteetti kestävyysmuutoksessa

Kandidaatintyö

2018

24 sivua, 1 taulukko

Työn tarkastaja: Professori (kestävyytiede), MMT Helena Kahiluoto

Työn ohjaaja: Nuorempi tutkija, VTM Tuuli Ronkainen

Hakusanat: kandidaatintyö, diversiteetti, kestävyysmuutos

Keywords: bachelor's thesis

Tässä kandidaatintyössä on esitetty sosio-teknisen, ekologisen ja taloudellisen monimuotoisuuden eri muotoja ja niiden mittareita. Monimuotoisuuden merkitystä eri osa-alueilla käsitellään kestävyysmuutoksen mahdollistamisen näkökulmasta. Apuna käytetään yksinkertaisia esimerkkejä käytännön tilanteista. Lisäksi käsitellään esimerkinomaisesti autoilussa tapahtunutta kestävyysmuutosta viime vuosina, sekä tekniseltä että yksilöiden kannalta. Työ on tehty kirjallisuuskatsauksena tieteellisten artikkeleiden ja erilaisten verkkodokumenttien pohjalta.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
LUT School of Energy Systems
Degree Programme in Environmental Technology

Perttu Palkia

Socio-technical, ecological and economic diversity in sustainability transformation

Bachelor's thesis

2018

24 pages, 1 chart

Examiner: Professor, PhD Helena Kahiluoto
Instructor: Junior researcher, Soc.Sc. Tuuli Ronkainen

Keywords: bachelor's thesis, diversity, sustainable transition

This paper presents different aspects of socio-technical, ecological and economical diversity and how to measure them. Different dimensions of diversity are addressed as a possibility to achieve sustainability transformation. Simple real-life examples are being presented to illustrate ideas in a concrete way. There is also a case study about changes in private car usage in the past years and how it can be considered as a sustainable transition. This paper is based on scientific articles and some online documents.

SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLILUETTELO	5
1. JOHDANTO	6
2. MONIMUOTOISUUS KESTÄVYYSMUUTOKSESSA	7
2.1 Ekologinen monimuotoisuus	7
2.2 Taloudellinen monimuotoisuus.....	9
2.3 Sosio-tekniinen monimuotoisuus.....	12
3. MONIMUOTOISUUS KESTÄVYYSMUUTOKSEN MAHDOLLISTAJANA.....	17
4. ESIMERKKINÄ AUTOILUN MUUTOS KESTÄVYYSMUUTOKSESSA.....	20
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	23
6. YHTEENVETO.....	24
LÄHTEET	25

SYMBOLILUETTELO

Lyhenteet

3G	Kolmannen sukupolven matkapuhelinverkko
4G	Neljännän sukupolven matkapuhelinverkko
EDU.fi	Opetushallituksen verkkosivusto
End-of-pipe	Tuotantoprosessin lopuksi lisättävä teknologia, joka vähentää päästöjä
GSM	Toisen sukupolven matkapuhelinverkko
NMT	Ensimmäinen matkapuhelinverkko
WWF	World Wide Fund for Nature

1. JOHDANTO

Monimuotoisuuden idea on alun perin laajentunut muille tutkimusaloille ekologian puolelta, jossa sitä ensimmäisenä alettiin tutkia evoluution yhteydessä. Monimuotoisuudesta on selkeästi etua biologisille eliöille ja se mahdollistaa lajien kehittymisen ja selviytymisen muuttuvissa olosuhteissa. Monimuotoisuuden merkitystä ekologiassa on tutkittu paljon ja siitä on huomattu olevan selkeää hyötyä. (EDU.fi 2016).

Ilmastonmuutoksen lisäksi myös maapallonluonnonvarojen käyttö on tällä hetkellä kestävämmällä tasolla. Erilaisten mineraalien, maa-alan, ruuan ja lannoitteiden käyttö on ylittänyt maapallon kestävyysrajat. Samaan aikaan erilaisten eläinlajien sukupuuttoon kuoleminen tahti on jatkuvasti kiihtynyt. Kestävyysmuutoksella tarkoitetaan tässä työssä sitä prosessia, jolla nykyisestä luonnonvarojen ylikäyttötilanteesta ja ilmastonmuutosta aiheuttavista prosesseista siirrytään kestävämpään tilanteeseen. (WWF 2018).

Tässä kandidaatintyössä on tarkoitus tarkastella, miksi ja millainen monimuotoisuus edistää kestävyysmuutosta. Työssä käsitellään aluksi monimuotoisuuden eri osa-alueita: sosio-tekniikka-, ekologista- ja taloudellista monimuotoisuutta. Apuna käytetään yksinkertaisia esimerkkejä käytännön tasolta. Samalla sivutaan hieman mittareita, joilla monimuotoisuutta voidaan mitata. Sitten tutkitaan monimuotoisuuden merkitystä kestävyysmuutoksen mahdollistajana. Työssä käytetään esimerkkinä autoilussa tapahtunutta kestävyysmuutosta ja siihen liittyviä ilmiöitä. Aluksi käydään läpi autoilun teknisiä muutoksia ja sitten ihmisten käyttäytymismallien muutoksia, jotka ovat vaikuttaneet auton käyttöön.

Työ on kirjallisuuskatsaus. Lähteinä on käytetty sosio-tekniikan järjestelmän ja yhteiskunnan muutoksia kuvaavia tutkimuksia. Lisämateriaalina on käytetty erilaisia verkkodokumentteja.

2. MONIMUOTOISUUS KESTÄVYYSMUUTOKSESSA

2.1 Ekologinen monimuotoisuus

Ekologisella monimuotoisuudella tarkoitetaan erilaisten kasvi- ja eläinlajien runsautta, joko paikallisesti tai maailmanlaajuisesti. Runsaudella tarkoitetaan tässä tilanteessa sekä lajien runsautta, että lajien sisäistä erilaisuutta. Vaihtoehtoisesti voidaan tarkoittaa myös lajin sisäistä runsautta, eli lajin yksilöiden lukumäärää joko paikallisesti tai maailmanlaajuisesti. Käsitteitä on erilaisia, koska eri lajien määrällä ja taas toisaalta lajin yksilöiden lukumäärällä molemmilla on merkitystä kokonaisuuden kannalta. Esimerkiksi vaikka lajeja on runsaasti alueella, mutta niiden populaatiot ovat vähäiset, niin niiden selviytymisen todennäköisyys on pienempi. Ekologian kannalta monimuotoisuudesta on yleensä aina hyötyä, koska mitä erilaisempia lajeja on tietyssä ekologisessa ympäristössä, niin sitä todennäköisemmin niistä osa selviää ympäristön muutoksesta. Ekologiselta kannalta monimuotoisuus esiintyy siis erilaisina eläin- tai kasvilajeina ja niiden muunnelmina ja elinympäristöinä. (Edu.fi 2016).

Mitä enemmän lajeja kuolee sukupuuttoon, sitä haavoittuvammiksi erilaiset elinympäristöt muuttuvat. Hyvä esimerkki luonnon tasapainosta on Yellowstonen luonnonpuisto Yhdysvalloissa. Sinne siirrettiin susilauma tapettujen tilalle. Sudet tapettiin 1900-luvun alussa, koska niitä pidettiin haitallisina. Susien vaikutus kokonaisuuteen oli huomattava, koska ne rajoittivat pensaita syövien lajien, kuten peurojen, määrää. Peurojen määrän vähennyttyä ja peurojen muutettua syrjäisemmille alueille niityt alkoivat nopeasti kasvamaan pensaikoiksi. Pensaikon lisääntyminen johti erilaisten lintulajien lisääntymiseen ja vähensi jokien rantojen kulumista, mikä lisäsi majavien määrää alueella. Majavat rakensivat patoja, joten syntyi kosteikkoja, mikä ennestään lisäsi lintulajistoa. Syntyi huomattava ketjureaktio, jonka seurauksena alueen lajisto monipuolistui ja sinne muutti takaisin muitakin lajeja, jotka sieltä olivat jo kadonneet. Kaiken kaikkiaan pieni susilauma muutti koko alueen ekosysteemiä huomattavasti monipuolisemmaksi. (Yellowstone 2011.)

Ekologisen kestävyuden kannalta käytäntöjen ja politiikan tekemisessä on hankaluuksia kolmesta syystä. Ensimmäiseksi pitkän tähtäimen sosiaaliset ja ympäristölliset tavoitteet jäävät lyhyemmän tähtäimen ongelmien jalkoihin. Aina tulee jokin kriisi, kuten taantuma, jonka

perusteella ei ole näkemysten mukaan varaa tehdä tarvittavia toimia. Tai vaihtoehtoisesti poliittiset toimijat keskittyvät vain lyhytnäköisemmin käsillä olevien ongelmien ratkaisuun, pitkän linjan ratkaisuiden sijaan. Toiseksi näiden ongelmien toisiinsa liittyminen ja epävarmuus tulevaisuuden kuluista ja hyödyistä muodostavat huomattavan monimutkaisen ongelman, jota on vaikea lähestyä. Kyse on melko abstrakteista käsitteistä, eikä asiantuntijoilla ole välttämättä aina valmiita ratkaisuja tai tietoja, miten asiat vaikuttavat toisiinsa pidemmällä ajanjaksolla. Kolmanneksi tavoitteet ja kehityskaaret kestävän kehityksen saavuttamiseksi ovat kiistanalaisia. Toistaiseksi kaikki eivät ole vielä edes hyväksyneet ihmisen vaikutusta ilmastonmuutokseen, puhumattakaan siitä, että tiedettäisiin varmasti, kuinka ilmasto olisi muuttunut ilman ihmisen vaikutusta. Lisäksi ilmastonmuutoksen vaikutuksia luontoon on vaikea ennustaa varmasti. Jos vaikutusten arviointi on vaikeaa, vielä vaikeampaa on ennustaa, miten erilaiset toimet ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi vaikuttavat, vai vaikuttavatko ollenkaan. Edellä mainittujen asioiden lisäksi, monissa tapauksissa on vaikeaa määrittellä tarkasti, mikä on kestävämpää toimintaa kuin toinen. (Foxon ja Pearson 2007, 150.)

Ekologisen monimuotoisuuden mittaamiseen on kehitetty erilaisia mittareita. Alfa-tyyppin monimuotoisuudella tarkoitetaan yhteisön sisäistä monimuotoisuutta, beta-tyyppillä yhteisöiden välistä monimuotoisuutta ja gamma-tyyppillä monimuotoisuutta, joka syntyy eri näytteiden erilaisuudesta, kun ne yhdistetään yhdeksi näytteeksi. Toisaalta ekologinen monimuotoisuus on monimutkaisempi käsite, kuin vain lajien olemassaolo, se käsittää myös sellaisia asioita, kuin lajien runsaus ja tasaisuus. (Maignan et al. 2003, 4.)

Alfa-tyyppin monimuotoisuus tarkoittaa siis lajien määrää, jotka esiintyvät tietyllä homogeenisellä alueella. Sillä on seuraavat ominaisuudet: se on pienen mittakaavan mittari, koska sillä mitataan vain pienellä alueella esiintyvien lajien määrää, ja se on herkkä elinympäristön määritelmän suhteen. Mittari on herkkä siinä mielessä, että jos elinympäristön määritelmää muutetaan, alfa-tyyppin tulokset voivat muuttua radikaalisti. (Maignan et al. 2003, 4.)

Beta-tyyppin monimuotoisuus tarkoittaa eri elinympäristöjen välistä monimuotoisuutta, eli lajien vaihtelua keskenään samankaltaisten elinympäristöjen välillä. Beta-tyyppin monimuotoisuutta on vaikea mitata, mutta se voidaan määrittää alfa- ja gamma-mittareiden avulla. Se mittaa myös eri elinympäristöjen välistä heterogeenisyyttä. Gamma-tyyppin monimuotoisuus

tarkoittaa näytteiden välistä erilaisuutta, kun ne yhdistetään yhdeksi näytteeksi. Toisin sanottuna se kuvastaa kokonaiskuvaa. Jos esimerkiksi lajien lukumäärä valitaan sopivaksi monimuotoisuuden mittariksi, gamma-arvoksi saadaan kaikkien niiden lajien lukumäärä, jotka elävät tietyllä geologisella alueella. (Maignan et al. 2003, 5.)

Esimerkkinä ekologisen monimuotoisuuden mittaamisesta voidaan käyttää Maignanin (Maignan et al. 2003, 5.) käyttämää esimerkkiä, St. Lucian saarta Länsi Intian saaristossa. Siellä on yhdeksän erilaista elinympäristöä (ruohoniitty, pusikko, alamaan metsä, vuoristometsä, mangrovesuo jne.). Jokaisessa elinympäristössä on 15,2 eri lintulajia (alfa-arvo) ja yhteensä kaikissa elinympäristöissä on 33 lintulajia (gamma-arvo). Keskimääräinen lajien vaihtelu eri elinympäristöissä on siis $= 33/15,2 = 2,17$ lajia (beta-arvo).

2.2 Taloudellinen monimuotoisuus

Taloudellinen monimuotoisuus tarkoittaa, että taloudessa on erilaisia toimijoita ja toimintamalleja. On yksityisiä kuluttajia, yhteisöjä, yrityksiä, kuntia ja valtio. Lisäksi erilaisten kategorioiden sisällä voi olla huomattavia eroja toiminnassa. Esimerkiksi kuluttajien osalta erilaisia toimijoita ovat sinkku, lapseton pariskunta, lapsiperhe ja näiden erilaiset variaatiot työtilanteesta ja tehtävistä riippuen. Kaikki edellä mainituista toimivat taloudessa hyvin eri tavoin jo pelkästään käytettävissä olevien resurssien takia.

Taloudellinen monimuotoisuus viittaa myös tilanteeseen, jossa ekologisia innovaatioita muodostuu monin eri tavoin. Eri tapoja ovat teknologian edistyksen kautta syntyvät innovaatiot, kysynnän johdosta syntyvät innovaatiot ja yhteiskunnan säätelyn kautta syntyvät innovaatiot. Teknologisen edistyksen innovaatio voi olla esimerkiksi elektroniikan pienentymisestä ja kehittymisestä johtuvat energiansäästöt. Kysynnän ohjaama innovaatiota edustaa esimerkiksi luomuviljely, jonka kysyntä kasvaa ihmisten ollessa valmiita maksamaan mieluummin luomu- kuin tehoviljellyistä tuotteista. Ja yhteiskunnan säätelyn perusteella tapahtuneesta innovaatiosta esimerkiksi soveltuu CFC-kaasujen käytöstä poistaminen ja näiden korvaaminen eri kaasuilla. (Rennings 1998, 325-329.)

On myös erilaisia ohjauskeinoja eli tapoja ohjata ekologisten innovaatioiden syntymistä. Ensinnäkin on olemassa niin sanottuja pehmeitä määräyksiä tai suosituksia, esimerkiksi erilaisia ekosertifikaatteja ja standardeja, jotka ovat vapaaehtoisia. Toiseksi olemassa on haittamaksuja tai veroluonteisia maksuja, joilla pyritään rajoittamaan tiettyjä toimia. Hyvä esimerkki tällaisesta ovat polttoaineverot. Kolmanneksi on viranomaismääräyksiä ja lakeja, joilla pakotetaan yrityksiä tai yhteisöjä toimimaan halutulla tavalla. Lisäksi on tietysti myös yrityksiä, jotka hakevat kilpailuetua ekologisuudella ja toimivat läpinäkyvästi ja ympäristöystävällisesti omasta halustaan. Mikään ylläolevista ohjaustavoista ei yksinään ole osoittautunut muita paremmaksi, ja sen sijaan parhaimmat tulokset saavutetaan yleensä näiden eri tapojen yhdistelmästä. (Rennings 1998, 325.)

Perinteisesti taloudellisessa keskustelussa on keskitytty poliittisten toimenpiteiden arviointiin kahdelta kannalta. Ensimmäiseksi, uuden teknologian kopiointi on niin helppoa ja nopeaa, että teknologian keksijät eivät täysin saavuta kaikkia hyötyjä, joita uuden teknologian kehittäminen yleensä tuo. Näin tapahtuu esimerkiksi, koska sosiaaliset hyödyt keksinnöstä ovat suuremmat kuin yksityinen hyöty, joten pienillä toimijoilla ei ole riittävästi kannustetta kehittää teknologiaa sosiaalisesti tehokkaalle tasolle. Toiseksi ulkopuolisten haittavaikutusten olemassaolo vaikuttaa, esimerkiksi hinnoittelemattomat ympäristövaikutukset. Hinnoittelemattomia ympäristövaikutuksia ovat esimerkiksi rikkidioksidi- tai hiukkaspäästöt. Tämä on perusteena sellaisille talouden ohjaustoimenpiteille, kuten verot, päästökauppa, teknologiset rajoitteet tai päästörajoitteet. Näillä toimenpiteillä voidaan jollain tapaa sisällyttää nämä ulkopuoliset haittavaikutukset uusiin teknologioihin. (Foxon ja Pearson 2007, 149.)

Uusimman tiedon mukaan innovaatioita ja niiden leviämistä pidetään kokonaisuena systeeminä. Tällaisen systeemiajattelun pohjalta innovaatiot ja niiden leviäminen voidaan mieltää järjestelmälliseksi, dynaamiseksi ja epälineaariseksi prosessiksi. Prosessiksi, jossa teknologiset ja institutionaaliset tekijät vaikuttavat luontaisina epävarmuuksina toistensa kanssa. Yksittäiset tekniikat voivat vaihtua nopeasti, mutta kokonaiset järjestelmät muuttuvat hitaasti. Tietokone on hyvä esimerkki, teknologiasta, joka jatkuvassa muutoksessa, mutta varsinainen kokonaisuus säilyy käyttäjälle lähes samanlaisena.

Innovaatioprosessien epävarmuudet johtuvat pääsääntöisesti siitä, että teknologisen kehityksen, markkinatilanteiden, lakien ja säädösten muutoksia on omalta osaltaan hankala ennustaa. Lisäksi kaikilla toimijoilla (yksityishenkilö, yritys, valtion hallinto jne.) on vain rajattu mahdollisuus kerätä tietoa päätöksenteon tueksi. Tästä johtuu, että yritysten ja sijoittajien odotuksilla tulevaisuuden markkinoista, tekniikoista ja politiikasta on suuri merkitys siihen, mihin tekniikoihin sijoitetaan ja mitä kehitetään. Usein samalla alalla olevat yritykset jakavat nämä odotukset, mikä voi johtaa siihen, että yritykset panostavat samoihin tekniikan kehityslinjoihin. Ja niin näistä voi tulla niin sanottuja itsensä täyttäviä ennustuksia. (Foxon ja Pearson 2007, 151.)

Tarkastellaan matkapuhelinverkkoa laajempänä esimerkkinä tilanteesta, jossa tekniikat vaihtuvat nopeasti, mutta järjestelmä hitaasti. Itse matkapuhelinverkon konsepti ei ole suuresti muuttunut vuosien varrella, vaikka käytössä oleva tekniikka on muuttunutkin. Ensin oli NMT-verkko, sitten GSM, 3G ja tällä hetkellä niin sanottu 4G-verkko. Käyttäjien kannalta taas puhelimet ovat muuttuneet huomattavasti. NMT-puhelimet olivat huonoja kuuluvuudeltaan, isoja ja painavia, GSM-puhelimet pienentyivät huomattavasti ja verkkojen kattavuus lisääntyi myös merkittävästi. Puhumattakaan nykyisistä 3G/4G älypuhelimista, jotka ovat jo käytännössä pienikokoisia tietokoneita, jotka kulkevat taskussa. Näissä vaihtumisnopeuden ero näkyy siis niin, että jokainen verkkotekniikka on ollut käytössä noin 15 vuotta ja matkapuhelimen keskimääräinen käyttöikä on noin 2-3 vuotta.

Ulkoisten epävarmuuksien sisällyttäminen uuteen innovaatioon on yksi tehokas tapa vähentää taloudellista epävarmuutta. Tämä voidaan toteuttaa eri tavoilla, esimerkiksi päästömaksuilla tai eduilla puhtaamman teknologian hankintakuluissa. Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi auton tapauksessa käyttövoimaveroa, jonka suuruus riippuu auton päästöistä. Tai jälkimmäisessä tapauksessa ajoneuvoveron alennuksia hybridi tai sähköautoille. (Foxon ja Pearson 2008, 153).

Taloudellisen monimuotoisuuden mittareita ovat hinnan ja ympäristövaikutusten suhde tai tuotteiden valmistamiseen vaaditun raaka-ainemäärän ja ympäristövaikutusten suhde. Eri-laisilla ekologisilla innovaatioilla on erilaisia hyötyjä. Riippuen innovaatioiden syntymeka-

nismeista, niiden käytäntöönpano on joko taloudellisesti hyödyttävää tai haitallista. Useimmiten säädökset ja lait aiheuttavat yrityksille lähinnä kuluja, koska ne usein edellyttävät end-of-pipe sovelluksia. End-of-pipe sovellutuksella tarkoitetaan tässä tapauksessa esimerkiksi voimalaitokseen asennettavia savukaasupesureita, jotka vähentävät päästöjä. Erilaisilla end-of-pipe sovelluksilla voidaan vähentää päästöjä muuttamatta nykyisiä toimintatapoja radikaalisti. Toisaalta uusien tuotanto- tai materiaali-innovaatioiden hyödyntäminen voi olla taloudellisestikin hyödyllistä, kun tuotantomäärät kasvavat tai vaihtoehtoisesti tuotantokulut laskevat. Uusi tuotantolaite kun voi olla nopeampi, energiatehokkaampi ja kuluttaa vähemmän materiaalia. Tällöin hyödyt ovat selkeät.

2.3 Sosio-tekninen monimuotoisuus

Sosio-tekninen monimuotoisuus tarkoittaa käytännössä erilaisia toimintaympäristöjä, kuten yksittäistä toimialaa, koko yhteiskuntaa tai yksittäistä maata. Sosiaalisilla järjestelmillä tarkoitetaan tässä yhteydessä erilaisia sosio-tekniisiä järjestelmiä, kuten sähköverkko-, kuljetus-, tietoliikennejärjestelmiä tai ruoan tuotantoketjuja. Lisäksi tässä yhteydessä käsitellään muutoksia, joko näiden järjestelmien sisällä, tai koko järjestelmän muutosta. (Geels 2004, 681-682.)

Kuvassa 1 on esitettyä esimerkiksi tietoliikennejärjestelmään liittyviä asioita, kuten järjestelmän rakentaja, -huoltaja, -käyttäjä, -runkolaitevalmistaja, puhelinten valmistaja, käyttökulttuuri ja erilaiset säädökset. Kuva ei ole täydellinen esimerkki, mutta havainnollistaa niitä asioita, joita sosio-tekniiseen järjestelmään voi liittyä.



Kuva 1. Tietoliikennejärjestelmän sosio-tekniinen periaatekuva, mukailten Geels.

Usein on tarpeellista, että samaa yhteiskunnan muutosta edesauttamaan tulee useita niche-innovaatioita. Esimerkiksi 1800-luvun lopussa hevöskäyttöisten vankkureiden tilalle tuli samanaikaisesti polkupyörä, sähköauto, höyrykonekäyttöinen auto ja polttomoottoriauto. Polkupyörien yleistymisen johti nopeasti vaatimuksiin teiden parantamiseksi. Teiden parantaminen ja laajentaminen koitui myöhemmin polttomoottoriautojen eduksi. Samaan aikaan tapahtui myös keskustojen ja lähiöiden syntyminen, joka mahdollisti sähkökäyttöisten raitiovaunujen käyttöönoton. Tämä edellytti tietysti myös teiden leventämistä, tieverkoston laajentamista ja teiden laadun parantamista ylipäättään. Geels (2004, 688-692.) on kuvannut tätä prosessia paljon yksityiskohtaisemmin.

Sosio-tekniisen järjestelmän muutokseen vaaditaan usein eri innovaatioiden yhteenliittymistä, samaan aikaan kun yhteiskunnallisella tasolla tapahtuu muutoksia, jotka mahdollistavat muutoksen. Teknologisten innovaatioiden on usein tuettava toisiaan ja jopa liityttävä yhteen isommiksi kokonaisuuksiksi, jotta ne voivat murtautua uudeksi vallitsevaksi normiksi. (Geels 2001, 1271.)

Kestävyyssuutoksen toteutumisen kannalta on ongelmallista se, että eri innovaatioilla pitää olla samankaltaisia intressejä, jotta ne päätyvät valtavirtaan. Pientuottajien tuottama aurinko- ja tuulisähkö ovat innovaatioita, joiden pääsyn markkinoille on jo jollain tapaa mahdollistanut sähköverkon muuttuminen älyllisemmäksi, etäluettavat mittarit ja sähköverkon hallinnointi internetin yli. Tähän liittyvät myös tulevaisuuden visiot älyverkoista, joissa on paljon pienempiä sähköntuottajia isompien voimalaitosten rinnalla (LUT 2018). Kun vielä

tuotantokapasiteetit kasvavat ja aurinkopaneeleista saadaan kustannustehokkaampia, ne ovat huomattavasti nykyistä houkuttelevampia myös kuluttajille.

Sosio-teknisen monimuotoisuuden mittareina voidaan pitää esimerkiksi erilaisia järjestelmiä, joilla voidaan saavuttaa sama päämäärä. Esimerkiksi 1800-luvulla käytettiin rahti- ja matkustaja-aluksina sekä purjelaivoja että höyrylaivoja. Molemmilla saavutettiin samat tavoitteet. Höyryaluksilla oli kuitenkin varsinkin aluksi rajoituksia matkan pituuden suhteen, koska mukana piti kuljettaa riittävästi hiiltä, jolloin pidemmällä matkalla ei ollut paljon tilaa rahdille. Toisaalta höyryalusten kehittyessä purjelaivojen piti myös kehittyä, jotta oli mahdollista vastata kilpailuun. (Geels 2001, 1263-1270.)

Aiemmin luvussa on jo kerrottu autoilun murroksesta 1800-luvun lopussa ja siinä vaiheessa oli myös monia vaihtoehtoisia järjestelmiä kaupungissa liikkumiseen. Polkupyörät, sähköautot, höyryautot, polttomoottoriautot ja sähkö- sekä höyrykäyttöiset raitiovaunut kilpailivat keskenään parhaasta liikkumistavasta kaupunkialueella. Näistä vaihtoehdoista voittajiksi valikoituivat sähköllä kulkevat raitiovaunut, polttomoottoriautot ja polttomoottorikäyttöiset linja-autot (Geels 2004, 690). Tällä hetkellä linja-autot ovat siirtymässä nestekaasun ja sähkön käyttöön ja myös henkilöautot ovat muuttumassa hybridi ja sähkökäyttöisiksi.

Kestävän kehityksen kannalta on tärkeää, että myös lainsäädäntöön ja käytäntöjen laatimiseen saadaan päättäjille paremmat mahdollisuudet arvioida eri asioiden vaikuttavuutta. Foxonin ja Pearsonin (2007, 152) mukaan nykyisten säädösten laatimisessa keskitytään edelleen liian lyhyen tähtäimen ongelmiin ja pitkän tähtäimen suunnitelmat eivät ole riittävän joustavia ja tarkkoja. He ovat myös laatineet ohjeistuksen, jonka tavoite on helpottaa ja selkeyttää kestäviin innovaatioihin liittyvien säädösten laatimista. Taulukossa 1 on esitetty ohjeistus kokonaisuudessaan. Taulukossa esitetyistä kohdista kaksi ensimmäistä liittyvät enemmän kestävä kehityksen innovaatioiden sääntelyyn, järjestelmäajatteluun. Kohdat 3-5 liittyvät enemmän säädösten tekemiseen siten, että otetaan huomioon julkiset ja yksityiset institutionaaliset rakenteet, sekä muut sidosryhmät.

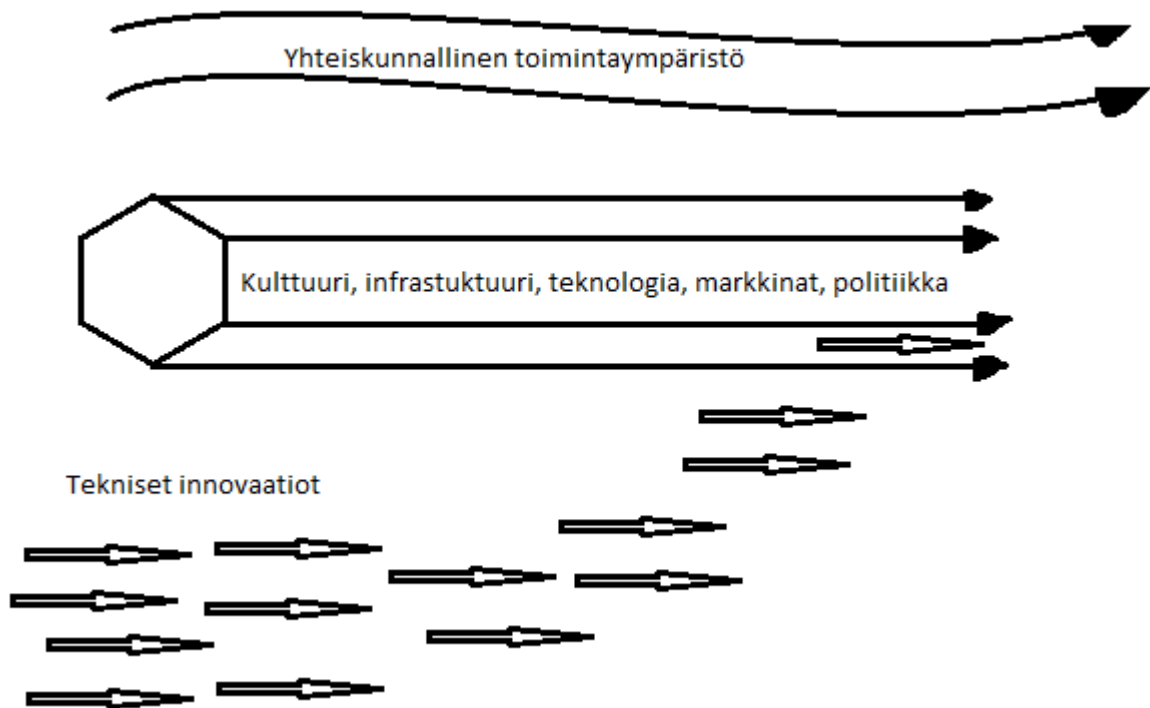
Taulukko 1. Kestäviin innovaatioihin liittyvien säädösten laatimisohteet. (Foxon ja Pearson 2007, 153)

<p>1- Kiihdytetään kestävään kehitykseen liittyvää innovointia tuomalla yhteen innovaatio ja ympäristö politiikka:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Tehdään kestävästä kehitykseen tähtäävästä innovoinnista selkeästi tärkein tavoite lain-säädännössä. (ii) Helpotetaan systeemisten muutosten tapahtumista nykyisissä teknologisissa ja institu-tionaalisissa järjestelmissä. (iii) Luodaan pitkän tähtäimen strateginen ja vakaa kehys edistämään vaihdosta kestävämpiin järjestelmiin. (iv) Muodostetaan selkeät pitkän tähtäimen tavoitteet.
<p>2- Otetaan käyttöön järjestelmäajattelu, tartutaan monimutkaisiin ja järjestelmä tason haasteisiin in-novaatio ja säädöstenteko järjestelmissä, jotta edistetään siirtymistä kestävään kehitykseen:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Luodaan ja otetaan käyttöön käsite 'järjestelmän peittämisestä' säädösten korjaamiseksi. (ii) Käytetään hyödyksi tekno-ekonomiset ja poliittiset mahdollisuudet. (iii) Edistetään teknologista- ja institutionaalista monimuotoisuutta, jotta päästään eroon ym-päristölle haitallisista teknologisista ja institutionaalisista lock-in tilanteista. (iv) Luodaan ja otetaan käyttöön korvaamis- periaate.
<p>3- Kehitetään menettelytapoja ja institutionaalisia perusteita kestävä kehityksen innovaatiopolitiikan tavoitteiden jakamiseksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Kannustetaan julkisia ja yksityisiä institutionaalisia rakenteita parantamaan suhteita sää-delyyn/säänteleävään osapuoleen ja muihin sidosryhmiin. (ii) Varmistetaan laaja sidosryhmien osallistuminen erityisesti 'innovaatioiden valitsijakun-taan'
<p>4- Luodaan integroitu, synerginen sekoitus poliittisista prosesseista ja instrumenteista, jotka liittyvät kestävään kehitykseen:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Asetetaan kestävyys indikaattoreita ja kriteerit kestävä kehityksen innovaatioille. (ii) Tasapainotetaan hyötyjä ja kuluja todennäköisistä taloudellisista, ympäristöllisistä ja so-siaalisista vaikutuksista. (iii) Hyödynnetään sidottua kestävä kehityksen innovointiin liittyvää riskien arviointityöka-lua, luotaessa säädöksiä tukevia instrumentteja. (iv) Arvioidaan instrumentteja niiden innovointiprosessiin soveltuvuuden mukaan.
<p>5- Liitetään säädösten opettelu yhtenäiseksi osaksi kestävä kehityksen innovointia:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Seurataan ja arvioidaan säädösten vaikutuksia. (ii) Uudelleenarvioidaan säädösten vaikutuksia kestävä kehityksen innovaatioihin. (iii) Parannetaan oppimista ja säädös prosesseja.

Mahdollisuuksien hyödyntämiseen liittyy neljä erilaista aikaikkunaa. Valmisteleivassa ikkunassa kannustetaan monipuoliseen teknologiseen kehitykseen, tutkitaan kaikkia hyvältä vaikuttavia ideoita. Luomisvaiheessa rakennetaan puitteet markkinoille ja olosuhteille, tehdään säädöksiä ja hankitaan sijoittajia. Hyödyntämisvaiheessa helpotetaan muutosta vanhasta teknologiasta uuteen ja annetaan verotuksellisia etuja tai alennuksia. Lopuksi ylläpitovaiheessa pyritään välttämään hätiköityjä ratkaisuja voittavan teknologian valinnassa ja annetaan markkinoiden kehittyä, jotta nähdään mitkä ratkaisut ovat toimivia. (Foxon ja Pearson 2007, 158.)

3. MONIMUOTOISUUS KESTÄVYYSMUUTOKSEN MAHDOLLIS- TAJANA

Monimuotoisuutta pidetään muutoskyvyn edellytyksenä ja kestävyysmuutoksen mahdollistajana. Sosio-tekni- sen järjestelmän muutoksen tapahtumiseksi on tyypillisesti luotava useita erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja samaan ongelmaan. Kaikki ratkaisuvaihtoehdot eivät suinkaan muuta vallitsevaa tilannetta, vaan aina tarvitaan myös suotuisat olosuhteet yksittäisen ratkai- sumallin tueksi. Kuvassa 2 on havainnollistettu sosio-tekni- sen järjestelmän muutosta. (Geels 2001, 1263.)



Kuva 2. Havainnekuva sosio-tekni- sen järjestelmän muutoksesta, mukail- len (Geels 2001, 1263).

Useiden samanaikaisten innovaatioiden syntyminen on usein lähes välttämätöntä, jotta muu- tos vallitsevaan tilaan voi tapahtua. Useista samanaikaisista innovaatioista on hyötyä siitä, että jalostuessaan ne lainaavat toisilta tai yhdistyvät toisten innovaatioiden kanssa, muodos- taen näin suurempia ja entistä parempia kokonaisuuksia hinnan, laadun, ympäristöystävälli- syyden ja käytettävyyden suhteen. Geels (2004, 692) käyttää tästä esimerkkinä höyrylai-

voissa käytetyn voimansiirtolaitteen muutosta, eli siirtymää höyrykonekäyttöisistä siipirattaista ensin höyrykonekäyttöisiin kierrepotkureihin ja myöhemmin vielä dieselkäyttöisiin koneisiin. Kierrepotkuri mahdollisti huomattavasti tehokkaamman voimansiirron, mutta se aiheutti enemmän tärinää. Puurunkoiset laivat eivät kestäneet tärinää, tämän takia laivojen runkoja alettiin ensin vahvistamaan teräksellä ja myöhemmin siirryttiin kokonaan teräsrunkoihin aluksiin. Käytännössä vanhat laivanvalmistajat eivät siirtyneet valmistamaan uusia teräsrunkoja, koska niiden valmistamiseen tarvittiin aivan erilaista osaamista ja työkaluja. Toisin sanoen nämä eri innovaatiot hyödynsivät ja tarvitsivat toisiaan.

Useiden eri innovaatioiden tukeminen aluksi on hyvin tärkeää siksi, että on mahdotonta ennustaa, mitkä niistä osoittautuvat kannattaviksi. Tämän takia on syytä tukea kaikkia tietyt kestävä kehityksen kriteerit täyttäviä innovaatioita. Ongelmaksi muodostuu, miten nämä kriteerit määritellään ja kuka päättää, mikä projekti on tarpeeksi lupaava ja mikä ei. Kun tieto lisääntyy, on mahdollista keskittyä niihin, joilla on mahdollisuuksia kehittyä itsenäisesti kannattaviksi markkinoilla. Myöhemmässä vaiheessa on siis mahdollista hylätä huonoiksi osoittautuneet vaihtoehdot ja keskittyä lupaavampiin vaihtoehtoihin. (Foxon ja Pearson 2007, 154.)

Kestävyyssuutoksen kannalta on ongelmallista, että tulevaisuutta on vaikea ennustaa. Se ei kannusta eri toimijoita pitkäjänteiseen toimintaan. Toisaalta taas monimuotoisuutta tarvitaan juuri siksi, että muutos ylipäättään on mahdollinen. Tähän voisi olla ratkaisuna kansainväliset tai kansalliset lait tai sopimukset. Jos tehdään pitkän aikavälin suunnitelmia ja niiden pohjalta säädöksiä, se antaa myös muille toimijoille edes jollain tapaa mahdollisuuksia tehdä parempia arvioita tulevaisuuden toimintaympäristöstä. Jos tulevaisuuden toimintaympäristö lakien ja säädösten osalta on paremmin tiedossa, ei tarvitse ottaa huomioon kuin markkinoiden trendit ja tekniikan kehityksen. Toki markkinoiden ja teknologisen kehityksen ennustaminen ei ole helppo tehtävä, mutta on se kuitenkin yksinkertaisempaa, kuin kaikkien kolmen osa-alueen arvailu.

Samalla kun tarvitaan erilaisia innovaatioita, tarvitaan myös erilaisia taloudellisia toimijoita. Tarvitaan yleishyödyllisiä tahoja, jotka voivat tarvittaessa rahoittaa erilaisia innovaatioita.

Suomessa esimerkiksi Business Finland (entinen Innovaatorahoituskeskus Tekes) tukee erilaisia tuotekehitysprojekteja ja yrityksiä, jotka niitä kehittävät. Maailmalla on myös hyviä esimerkkejä joukkorahoituksesta, jonka avulla on saatu erilaisia tuotekehitys projekteja käyntiin. (Westerlund 2015) Esimerkiksi peliteollisuuden puolella on ollut monia tällaisia projekteja. Hyvin yleinen tapa on myös myydä peliä jo ennakkoon ja kerätä näin osa tuotekehitykseen kuluva rahasta jo tuotekehityksen aikana. Lisäksi erilaisten bisnesenkeleiden toiminta on mahdollistanut aloittavien yritysten toimintaa. Kaikki nämä uudet toimintamallit ovat jo muuttaneet perinteistä toimintamallia ja siinä sivussa myös mahdollistaneet kestävämmän kehityksen.

Erilaiset sosiaaliset toimijat ovat myös tärkeitä, koska toiset omaksuvat uusia asioita nopeammin kuin toiset. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki uudet asiat leviävät asteittain, ensin ovat aikaiset linnut, sitten heidän vaikutuspiirissään olevat ihmiset ja lopulta suuret massat ja myöhäisherännäiset. Tämä pätee sekä yksilöihin, että yrityksiin ja muihin yhteisöihin. Lappeenrannan kaupunki on hyvä esimerkki kaupungista, jonka strategisena tavoitteena on olla eturintamassa tavoittelemassa hiilineutraaliutta. Sosiaalista monimuotoisuutta tarvitaan myös yhteiskunnan tasolla, erilaiset lait ja säädökset joko estävät tai mahdollistavat kestävyysmuutosta. Samalla eri tahot pyrkivät vaikuttamaan lainsäädäntöön ja säädöksiin lobbamalla poliittisia päättäjiä tekemään itseään hyödyttäviä päätöksiä. (Foxon ja Pearson, 2007).

4. ESIMERKKINÄ AUTOILUN MUUTOS KESTÄVYYSMUUTOKSESSA

Yksityisautoilu on viimeiset vuosikymmenet ollut suuressa murroksessa, ja tässä tarkastellaan autoilun muutoksia lähinnä 1990-luvulta nykypäivään. Tekniseltä kannalta murros on ollut merkittävä. Jo 1990-luvulta asti on autoja kehitetty jatkuvasti vähemmän kuluttaviksi ja myös vähemmän saastuttaviksi. Ensimmäinen askel oli 1990-luvulla yleistyneet ja nykyään jo standardiksi muodostuneet ruiskumoottorit vapaasti hengittävien kaasuttimien tilalle. Tällä saatiin melko tyypillinen 10 litraa sadalla kilometrillä polttoainekulutus pienennettyä noin 7-8 litraan sadalla kilometrillä. Tämän jälkeen 2000-luvun puolella on moottoreiden viritysasteita nostettu ja sillä saatu pienennettyä moottoreiden iskuilavuuksia. Moottorin iskuilavuus pienentää myös polttoaineen kulutusta ja nykyiset pienet henkilöautot kulkevatkin tyypillisesti 4-5 litralla sata kilometriä.

Seuraava askel on tällä hetkellä yleistyvää hybriditeknologia, jolla voidaan jarrutuksissa ja alamäissä ottaa sähköenergiaa talteen, ja käyttää sitä sitten sähkömoottorilla tuottamaan energiaa liikkeelle lähdössä ja hitaissa nopeuksissa. Siis tilanteissa, joissa polttomoottorin kulutus on suurimmillaan. Tasaisella vauhdilla ajettaessa pienillä kierroksilla polttomoottori on vastuussa auton liikkumisesta ja silloin se myös kuluttaa vähiten polttoainetta. Kun suurimman kulutuksen vaiheita voidaan korvata sähkömoottorilla, niin myös päästöt vähenevät tehokkaasti.

Tästä seuraava askel onkin todennäköisesti sähköautoon siirtyminen ja niitäkin on jo kehitelty ja käytössäkin. Sähköauton ehkä suurin ongelma ovat tällä hetkellä akkukapasiteetti, jonka takia sähköautojen toimintasäteet jäävät kohtalaisen lyhyiksi. Toinen suuri ongelma on latausverkon hajanaisuus, latauspaikkoja on jatkuvasti rakennettu lisää, mutta niitä on silti edelleen harvassa. Kolmas ongelma on akkujen hinta, joka nostaa myös sähköauton hankintahinnan suuremmaksi, kun verrataan sitä polttomoottoriajoneuvoon. Toisaalta jos autoa ei tarvitse kuin lyhyiden matkojen siirtymiseen kaupunkialueella, ei hieman pienempi toimintasäde ole ongelma ja autoa voi käytännössä aina ladata kotipihassa. Tällöin sähköauto on jo nyt varteenotettava vaihtoehto. (Vihreäkaista 2015).

Sekä sähkö-, että hybridautojen yhteisenä ongelmana on akkuteknologia. Monet akuissa käytettävät mineraalit alkavat jo nyt olla hankalasti saatavilla. Sähköautojen yleistyminen on siis myös hyvin vahvasti sidoksissa uusien akkutekniikoiden kehityksen kanssa. Toinen ongelma autokannan uusintamisessa on se, että auton valmistamiseen kuluu paljon energiaa, metalleja ja muita materiaaleja. Noin 10-15 prosenttia auton elinkaarenaikaisista päästöistä syntyykin auton valmistusvaiheessa. (AUT 2018).

Autoilu on murroksessa myös muilla tavoilla, ja esimerkiksi erilaisilla ihmisryhmillä on erilaisia auton käyttötarpeita. Suomessa maaseutualueella tai muuten harvaan asutulla alueella ei pääsääntöisesti ole järkevää ylläpitää joukkoliikennettä ja siksi henkilöauto on edelleen hyvin tärkeä tapa liikkua. Toisaalta kaupunkialueilla ihmisillä ei välttämättä ole parkkipaikkaa henkilöautolle, eikä jatkuvaa tarvetta käyttää henkilöautoa varsinkin jos julkinen liikenne ja pyöräilymahdollisuudet ovat riittävän hyvät. Tällöin henkilöauton hankinta voi olla turha kuluerä, kun sitä ei ole jatkuvasti tarvetta. Tällaisessa tapauksessa yhteiskäyttö- tai vuokra-autot ovat varteenotettavia vaihtoehtoja omalle autolle. Perinteisesti monet ovat hyödyntäneetkin vuokra-autoja, erityisesti pakettiautoja, muuttojen ja isompien tavaroiden siirtelyssä, vaikka omistaisivatkin henkilöauton. Peräkärryjen vuokraus on myös ollut hyvin tyypillistä tällaisissa tapauksissa. Nykyään autoja vuokrataan tai lainataan erilaisten yhteiskäyttöautoyritysten ja vuokrayritysten kautta myös tilapäiseen tarpeeseen, lomamatkojen tai mökkimatkojen kulkemiseen.

Yhteiskäyttö- ja vuokra-autoilu ovat konseptina sikäli hyödyllisiä, että yksittäiselle autolle saadaan suurempi käyttöaste kuin yksityisomisteiselle autolle. Samalla vähennetään ruuhkia ja helpotetaan kaupungeissa olevaa parkkipaikkapulaa. Samalla myös teiden aeraus ja muu kunnossapito helpottuu. Yhteiskäyttö- ja vuokra-autoja käyttävät ihmiset myös käyttävät joukkoliikennettä tai kulkevat pyörällä tai kävellen suurimman osan ajasta. Lyhyen ajan vuokraamisen ja yhteiskäyttöautojen lisäksi on varsinkin Ruotsissa yleistynyt myös yksityisten leasing-sopimukset. (Yle 2018) Leasing-sopimukset nuorentavat autokantaa tehokkaasti ja samalla vähentävät päästöjä, koska uudet autot kuluttavat vähemmän polttoainetta. Lisäksi liikenteen turvallisuus paranee, koska uudet autot ovat turvallisempia kuin vanhemmat. (Tekniikka & Talous 2016).

Kestävyyssuutoksen kannalta autoilussa tapahtuneet muutokset ovat hyvinkin positiivisia. Uudistuva autokanta, suurempi käyttöaste ja ylipäättään vähentynyt yksityisautoilu vähentävät tehokkaasti päästöjä. Pitkällä tähtäimellä myös ajoneuvokannan uusiutumisen voidaan ajatella olevan hyvä asia. Vaikka uusien autojen valmistuksessa syntyy päästöjä, autojen kierrätysaste on melko hyvä ja materiaaleja saadaan paljon uusiokäytettyä. Autokannan uusiutumisen ongelmaksi voi tuki muodostua erilaisten varsinkin akkuihin tarvittavien mineraalien riittävyys.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Muutos ei käytännössä ole mahdollista, jos uusia vaihtoehtoja nykytilanteelle ei ole tarjolla. Uusien niche-ideoiden murtautuminen uudeksi vakioksi sosio-teknisessä järjestelmässä vaatii usein käytännössä myös sen, että olosuhteet yhteiskunnan, käyttäjien tai muiden osallisten osalta ovat suotuisat. Pelkän uuden idean on hankala murtautua läpi uudeksi vakioksi, vaikka se olisi kustannustehokkaampi ja ympäristöystävällisempi kuin vanhat järjestelmät. Tähän vaikuttavat niin käyttäjien asenteet ja tottumukset, erilaiset säädökset ja jo käytössä olevat rakenteet ja sijoitukset, joiden korvaaminen voi olla hidasta. Esimerkiksi juuri uuteen sähkövoimalaitokseen sijoittanut yritys ei välttämättä ole halukas heti rakennuttamaan tuulivoimalaa, koska sen edellinen sijoitus ei ole vielä maksanut itseään takaisin. Tai vaihtoehtoisesti käyttäjät haluavat mieluummin ajaa polttomoottoriautoilla, koska polttoaineen jakeluverkosto on huomattavasti laajempi, kuin sähkölatauspisteiden verkosto.

Sen lisäksi, että uusia ideoita tai innovaatioita on runsaasti, tarvitaan myös sopiva ympäristö. Erilaisilla ohjaukeinoilla, kuten laeilla ja säädöksillä voidaan joko luoda mahdollisuuksia uusille toimijoille tai lukita vanha vallitseva järjestelmä paikalleen. Tämän takia on erittäin tärkeää, että innovaatiolainsäädäntöä ja ympäristölainsäädäntöä päivitetään ja kehitetään jatkuvasti. Lisäksi tarvitaan yhteistyötä eri sidosryhmien välillä ja lainsäätäjien sekä niiden instanssien välillä, joita lainsäädäntö koskee.

Luvussa 2.3 on esitetty taulukossa periaatteita, joiden avulla lainsäädäntötyötä voidaan parantaa entisestään. Toki näiden ideoiden soveltaminen käytäntöön on huomattavan hankalaa, koska poliittisilla päättäjillä on omat ideologiset vakaumuksensa. Lisäksi yritykset, joiden toimintaa uudet pelisäännöt ja tavoitteet vaikeuttaisivat yrittävät jatkuvasti lobata päättäjiä ja muokata mielipiteitä tällaisia muutoksia vastaan. Vallitseva tilanne kun on aina jollekin taholle hyödyllinen.

Taloudelliselta kannalta ajateltuna uuden kehittäminen maksaa usein paljon rahaa. Mutta toisaalta monessa tapauksessa energiatehokkaammat, resurssitehokkaammat tai nopeammat laitteet tuovat silti pitkällä aikavälillä säästöjä.

6. YHTEENVETO

Ekologiassa monimuotoisuudesta on havaittu olevan hyötyä ja sieltä monimuotoisuusajattelu on levinnyt muillekin aloille. Taloudellisen ja sosio-tekni- sen monimuotoisuuden on myös havaittu edistävän ja olevan jopa välttämätön asia kestävyysmuutoksen tapahtumiseksi. Taloudellinen monimuotoisuus näkyy erilaisten toimijoiden kirjona ja näitä toimijoita voivat olla esimerkiksi yksilöt, yritykset, yhdistykset, kunnat ja valtio. Sosio-tekni- nen monimuotoisuus tarkoittaa käytännössä erilaisia toimintaympäristöjä, kuten yksittäistä toimialaa, koko yhteiskuntaa tai yksittäistä maata. Ekologiselta kannalta monimuotoisuuden mittaaminen on huomattavasti helpompaa, kuin taloudelliselta tai sosio-tekni- seltä kannalta.

Yksittäisten ideoiden on yleensä mahdotonta yksinään murtautua vallitsevaksi tilanteeksi. Käytännössä vallitsevan tilanteen muuttumiseen vaaditaan aina myös jonkinlainen tilaus tai mahdollisuus yhteiskunnalliselta tasolta. Yleensä yksittäiset ideat yhdistyvät laajemmiksi kokonaisuuksiksi, ennen kuin ne ovat varteenotettavia kilpailijoita vallitsevalle tilanteelle. Tulevaisuuden ennustaminen on mahdotonta, joten vaihtoehtoja pitää olla, jotta niistä voidaan valita parhaiten tilanteeseen sopivat, kun toimintaympäristön tilanne muuttuu. Yhteis- kunnallisten päätösten pitäisi enemmän ja enemmän nojautua kestävä- n kehityksen idealle. Eli uusia lakeja säätäessä täytyisi pitää mielessä myös ympäristövaikutukset.

Autoilu on muuttunut uusien tekniikoiden myötä vähäpäästöisemmäksi. Samaan aikaan on myös autojen käyttö muuttunut yhteisöllisemmäksi ja yhä useammat ihmiset eivät koe tarpeelliseksi omistaa omaa autoa, vaan he käyttävät mieluummin laina- tai vuokra- autoja. Kes- tävyysmuutoksen kannalta autojen päästöjen vähentyminen on hyvä asia, mutta uusien au- tojen rakentaminen kuluttaa mineraaleja ja siitä voi muodostua ongelma.

Monimuotoisuus on kestävyysmuutoksen kannalta välttämätöntä. Mitä enemmän vaihtoehtoja, sitä todennäköisemmin on myös hyviä vaihtoehtoja. Pelkät uudet tekniset innovaatiot eivät riitä, vaan muutokselle pitää olla myös yhteiskunnallista tilausta. Toisin sanottuna lakien, säädösten, asenteiden ja tarpeiden täytyy olla suotuisia, jotta kestävyysmuutos on mah- dollinen.

LÄHTEET

AUT. 2018. Auton elinkaaren aikaiset vaikutukset. [verkkodokumentti] [viitattu: 2.12.2018]
Saatavissa: http://www.aut.fi/ymparisto/auton_elinkaaren_aikaiset_paastot

EDU.fi. 2016. Luonnon monimuotoisuus ja sen merkitys. [verkkodokumentti] Päivitetty
15.06.2016 Opetushallitus [viitattu: 2.12.2018] Saatavissa: https://www.edu.fi/yleissivistava_koulutus/aihekokonaisuudet/kestava_kehitys/teemoja/monimuotoisuuden_vaaliminen/luonnon_monimuotoisuus_ja_sen_merkitys

Foxon, Tim, Pearson, Peter. 2007. Overcoming barriers to innovation and diffusion of cleaner technologies: some features of a sustainable innovation policy regime. Leeds/London: Elsevier Ltd. 2007.

Geels F.W. 2001. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. Enschede: Elsevier Science B.V. 2002.

Geels F.W. 2004. Processes and patterns in transitions and system innovations: Refining the co-evolutionary multi-level perspective. Eindhoven: Elsevier Inc. 2005.

LUT. 2018. Älykäs sähköverkko. [verkkodokumentti] [viitattu: 1.12.2018] Saatavissa: <https://www.lut.fi/green-campus/vihrea-energia-ja-teknologia/alykas-sahkoverkko-smart-grid>

Maignan et al. 2003. Bio-Ecological Diversity vs. Socio-Economic Diversity: A Comparison of Existing Measures Leibniz: Econstor. 2003.

Rennings, Klaus. 1998. Redefining innovation — eco-innovation research and the contribution from ecological economics. Mannheim: Elsevier Science B.V. 2000.

Tekniikka & Talous. 2016. Turvallisuus paranee, romahtavatko vakuutusyhtiöiden miljarditulot? [verkkodokumentti] Päivitetty 3.5.2016. Sofia Virtanen. [viitattu: 14.12.2018] Saatavissa: <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/autot/turvallisuus-paranee-romahtavatko-vakuutusyhtioiden-miljarditulot-ennuste-auto-onnettomuudet-vahenevat-20-vuodessa-80-6547095>

Westerlund Iris. 2015. Ilmiönä joukkorahoitus – mitä se on ja kuinka se toimii. Leppävaara: Laurea ammattikorkeakoulu. 2015.

WWF. 2018. Ylikulutus. [verkkodokumentti] Päivitetty 02.08.2018 WWF [viitattu: 2.12.2018] Saatavissa: <https://wwf.fi/uhat/ylikulutus/>

Yellowstone. 2011. [verkkodokumentti] Päivitetty 21.06.2011. Yellowstone staff. [viitattu: 28.07.20018] Saatavissa: <https://www.yellowstonepark.com/things-to-do/wolf-reintroduction-changes-ecosystem>

Yle. 2018. [verkkodokumentti] Päivitetty 20.4.2018 Riikka Pennanen [viitattu: 14.12.2018] Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10157360>