



# SÄHKÖISTYMINEN VERTAISYHTEISKUNNASSA

Uusi tarina Suomen tulevaisuudelle

Sirkka Heinonen ja Joni Karjalainen

TUTU-JULKAISUJA 1/2018

Tulevaisuuden tutkimuskeskus  
Turun yliopisto

© Heinonen, Karjalainen ja Tulevaisuuden tutkimuskeskus

ISBN 978-952-249-514-3 (kirja, painettu 2018)

ISBN 978-952-249-532-7 (pdf, korjattu 2019)

ISSN 1797-1284

Kansikuva Katja Makkonen ja Maiju Kolisoja, Days Agency

Taitto Anne Arvonen

Julkaisija Tulevaisuuden tutkimuskeskus  
Turun kauppakorkeakoulu  
20014 TURUN YLIOPISTO  
[www.utu.fi/ffrc](http://www.utu.fi/ffrc), [tutu-info@utu.fi](mailto:tutu-info@utu.fi)

2. painos  
Paino-Kaarina Oy  
2018

Korjattu pdf 6/2019

# SISÄLLYSLUETTELO

ESIPUHE .....	5
1. JOHDANTO .....	6
2. VISIO UUSIUTUVAN ENERGIAN VERTAISYHTEISKUNNASTA .....	19
3. AURINKO- JA TUULIENERGIAN SEKÄ UUSHII LISYYDEN ESIINMARSSI .....	31
4. SÄHKÖISTETTY KIERTOTALOUS VERTAISYHTEISKUNNASSA – KUKA VOITTA A TALOUDELLISEN ÄLYPELIN? .....	45
5. NELJÄ UUSHIILISEN YHTEISKUNNAN MUUTOSKENAARIOTA 2050 .....	59
Radikaalit startupit 2050 .....	61
Arvovetoiset teknojäätit 2050 .....	71
Vihreät tee-se-itse-insinöörit 2050 .....	79
Uusi tietoisuus 2050 .....	87
6. YLLÄTYKSET OVAT UUSI NORMAALI – SÄHKÖSTÄ TURVALLISUUTTA .....	97
7. LOPUKSI – SUOSITUKSIA JA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ .....	108
LÄHTEET .....	119
HAKEMISTO .....	127



# ESIPUHE

Hyvä lukija,

Tämä kirja kutsuu aikamatkalle tulevaisuuteen pohtimaan kanssamme yhteiskuntaa, joka on sähköistetty kokonaisvaltaisesti uusiutuvia energialähteitä hyödyntäen.

Haluamme todistaa uusiutuvan energian, etenkin aurinko- ja tuulienergian esiinmarssia. Avaamme ikkunan tulevaisuuden yhteiskuntaan, jossa energiantuotanto on päästötöntä ja energiajärjestelmä lähes kokonaan sähköistetty sekä hajautettu ja kansalaisista tullut energian tuottajia. Kuluttajien muuntuminen tuottajiksi – ei vain itselleen vaan muillekin – liittyy energiajärjestelmän murroksen vertaisyhteiskunnan kehitykseen. Vertaisyhteiskunta tarkoittaa sitä, että kansalaiset itseorganisoidut ja vaikuttavat omista taustaryhmistään käsin. Ihmiset osallistuvat palveluiden ja tuotteiden kehittämiseen ja synnyttämiseen: he jakavat ja saavat tietoa ja taitoja vertaisiltaan. Kuvaamme myös neljä vaihtoehtoista skenaariota tulevaisuuden yhteiskunnasta, missä puhdasta energiaa on runsaasti saatavilla ja energiantuotanto pohjautuu lähes kokonaan uusiutuviin energianlähteisiin.

Tämä kirja on tiedeviestintää. Perusaineisto on kerätty Tekes-rahoitteen Neo-Carbon Energy -tutkimusprojektin (2014–2017) aikana. Kirjaa ei ole suunnattu vain energia- ja sähköalan toimijoille vaan kenelle tahansa tulevaisuuden visioista, yhteiskunnallisesta muutoksesta sekä teknologisestä kehityksestä kiinnostuneelle. Kirjaa ja sen digitaalista oheismateriaalia voidaan käyttää myös oppimateriaalina lukio-, ammattikorkeakoulu- ja yliopistotasolla.

Tulevaisuusnäkökulman ja -tietoisuuden vahvistaminen on keskeinen viestimme. Toivomme, että kirja antaa impulsseja sähköalan murrokseen – sähköistää sähköalan tulevaisuutta – sekä edistää hiilineutraalia kiertotaloutta.

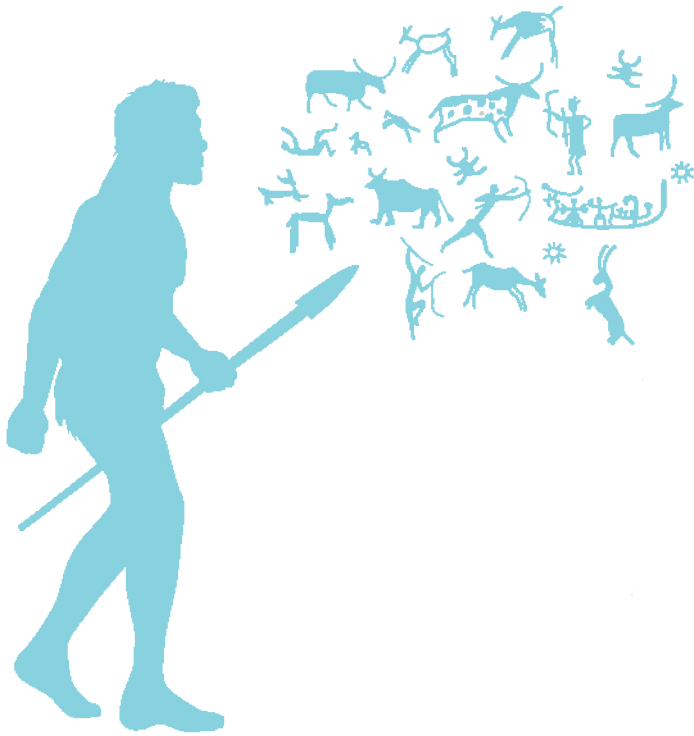
Tätä tiedeviestintähanketta rahoittavat STEK ry, Sitra ja Turun yliopisto. Kiitämme lämpimästi hankkeen mahdollistaneita rahoittajia, ohjausryhmän jäseniä toimitusjohtaja Timo Kekkosta (STEK ry), asiantuntija Ernesto Hartikaista (Sitra), dosentti Pasi Vainikkaa (LUT, Solar Foods Oy), apulaisprofessori Samuli Honkapuroa (LUT) ja professori, UNESCO Chair Markku Wilenius (Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto). Kiitämme kaikkia Neo-Carbon Energy -hankkeen tutkijoita, etenkin Juho Ruotsalaista, jolla oli keskeinen rooli hankkeen teemojen, kuten energian internetin kehittälyssä ja päävastuu skenaarioiden kirjoittamisessa, sekä ennakkointityössä mukana olleita, mukaan lukien kaikki henkilöt, joita olemme haastatelleet kirjan tiimoilta. Lämpimät kiitokset myös kuvituksesta Days Agencyn Katja Makkoselle ja Maiju Kolisojalle sekä editoinista Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen Anne Arvoselle.

Syntyykö tästä uusi tarina Suomen tulevaisuudelle? Haluatko olla mukana tekemässä sitä?

Helsingissä 8.10.2018

*Sirkka Heinonen*

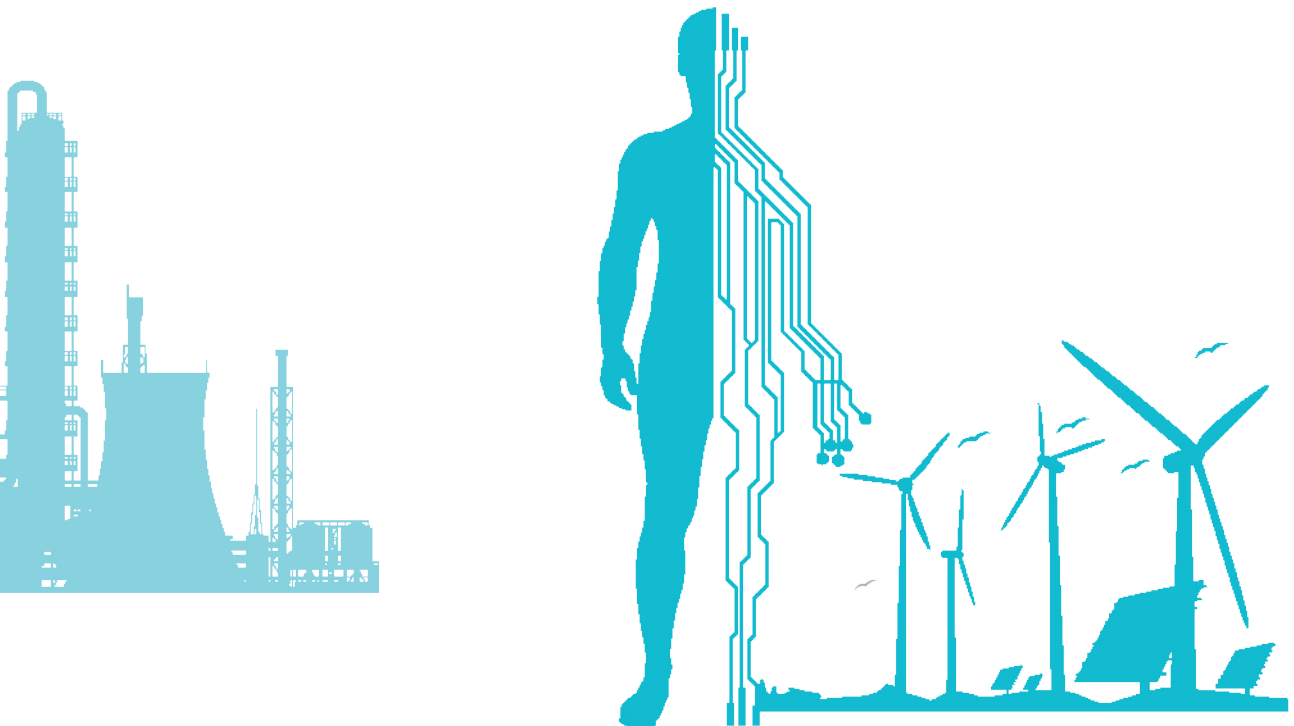
*Joni Karjalainen*



Yhteiskuntien neljä historiallista kehitysvaihetta ja näkymä energian tulevaisuuteen.

# 1. JOHDANTO

Uusien energiaratkaisujen ja -järjestelmien visioissa lyödään usein laimin kuviteltujen muutosten sosiaaliset ja yhteiskunnalliset näkökohdat. Energia on kuitenkin ymmärrettävä yhteiskuntien muutokseen kiinteästi nivoutuvana asiana. Teknisen ja taloudellisen painotuksen lisäksi voimme lähestyä energiaa sosiaalisesta ja kulttuurisesta näkökulmasta. Energia on osa elämäntapaa ja ihmisten arvoja. Energia on myös eloonjäämisemme edellytys. Uusi suuri sähköistyminen on haaste – mitä useampi sektori yhteiskunnassa voidaan sähköistää uusiutuvan energian avulla, sitä päästöttömämpää elämä on. Yhdistäkäämme sähköistymisen haasteeseen tulevaisuuden vertaisyhteiskunta, jossa kansalaisista tulee myös energiantuottajia. Yhteiskunta muuttuu aaltoina. Kaikki mukaan surffaamaan!



**”Ihmisen tehtävänä on todistaa, että ihmiselämä on arvokas osa elämää yleensä – että elämä on rikkaampaa ja arvokkaampaa ihmisten kanssa, kuin ilman heitä.”**

**Pentti Malaska**



## UUSI AVAUS TULEVAISUUDEN HORISONTTIIN – AURINKO NOUSEE

Yhä useampi on kiinnostunut energia-asioista, yhteiskunnallisesta muutoksesta ja tulevaisuudesta. Yksin Suomessa on viime vuosina kirjoitettu useita energiaa käsitteleviä kirjoja – esimerkiksi halvan öljyn loppumisesta, energia-alan murroksesta, ydinvoimasta sekä arjen ilmastoteoista. Lisäksi on tuotettu tee-se-itse-oppaita energiatehokkuuden edistämiseksi sekä aurinko- ja tuulisähkön pienrakentajille. Nämä ovat lisänneet ymmärrystä energia-alan muutosten mahdollisuuksista. Keskustelusta on kuitenkin tähän asti puuttunut uusiutuvien energianlähteiden käyttöönoton mahdollisuuksia laaja-alaisesti ja yleistajuisesti käsittelevä teos.

Vastaamme esitettyyn haasteeseen ja pohdimme uusiutuvan energian laajamittaisen käyttöönoton mahdollisuuksia, vaikutuksia sekä taloudellisia, teknologisia ja yhteiskunnallisia reunaehtoja. Kirjalle on erityistä sen tulevaisuustähtäys. Lähtökohtana on havainto siitä, että yhteiskunnissa kytee pinnan alla monenlaisia muospaineita. Keskiössä on uusiutuva energia tuoreimman tieteellisen tiedon näkökulmasta. Tarkoituksemme on herätellä lukija ajattelemaan näiden kolmen keskinäistä vuorovaikutusta ja roolia ilmastonmuutoksen torjunnassa.

Pääviestimme on, että uusiutuvat energianlähteet, sähköistyminen ja vertaisyhteiskunnan periaatteet avaavat uudenlaisen päästöttömän tulevaisuuden vision, jota ei ole aikaisemmin esitetty. Samalla avautuu ikkuna energia-alan tulevaisuuden näkymien pohdintaan. Se, mitä näemme tänä päivänä, on vain jäävuoren huippu pinnan alla myllertävistä voimista: laajoista, pitkäaikaisista ja syvistä virroista. Muospaineet ovat seurausta maailman mullistuksesta – muuttuvista elämäntyyleistä sekä teknologisesta kehityksestä. Halusimme tai emme, tulemme seuraavina vuosikymmeninä näkemään alati nopeutuvaa teknologista kehitystä ja kokemaan ilmastonmuutoksen myös arjessamme. Kirjassa avataan skenaarioita uudenlaisiin energiatulevaisuuksiin sekä niihin johtaviin polkuihin vaikuttavia tekijöitä ja voimia.

On syytä korostaa, että energia-alan muospaineet ja uusiutuvan energian teknologioiden käyttöönotto voivat muuttaa energijärjestelmää – ja yhteiskuntia perustavanlaatuisemmin kuin aiemmin on kuviteltu. Samalla herää kysymyksiä toivotusta tulevaisuuden suunnasta – miten päästöttömään tulevaisuuteen päästään?

## ENERGIA ON ELÄMÄN JA KEHITYKSEN MOOTTORI

Energia on elämää – tai jopa elämää suurempi asia. Ihmiset tarvitsevat energiaa elääkseen – elämä ja energia sen sijaan eivät tarvitse välttämättä ihmistä. Ihmiskunnan ensimmäinen suuri ”energialoikaus” tapahtui kun olimme käyttämään tulta. Prometheus-myytin mukaan ihmisiin myönteisesti suhtautunut titaani antoi meille tulen, mutta sai siitä itse rangaistuksen ylijumala Zeukselta<sup>1</sup>. Tuli symboloi tekniikkaa ja sähköä. Energia ilmenee eri muodoissa: muun muassa potentiaalienergiana, liike-energiana, lämpöenergiana, kemiallisena energiana, ja sähköenergiana. Sähkö on yksi energiamuoto, jonka historia alkaa meripihkapalan ja magneettisen kiven vetovoiman ihmettelystä kolmisen tuhatta vuotta sitten.

---

1 Prometheus-myytin avulla voi pohtia ihmisen, luonnon ja tekniikan välistä vuorovaikutusta (Heinonen 2000).

Energia on entistä kiinteämmin nivoutumassa koko yhteiskunnan muutokseen. Energia on tekniikkaa ja taloutta, mutta myös kulttuuria. Energia mielletään hyvin teknisenä asiana, sillä on lukuisia energialähteitä, -muotoja sekä energiantuotannon tapoja ja prosesseja. Siksi tarvitaan insinööritaitoja. Energia on myös selkeästi talouden asia. Energian tuottamiseen tarvitaan tuotantovälineitä ja investointeja. Kenellä on energiaa, sillä on taloudellista vaurautta ja valtaa. Energiakysymykset koskettavat niin kotitalouksia, yrityksiä kuin kansantaloutta. Voimme miettiä energian käytön vaikutuksia niin omassa elämässämme, yhteiskunnassa kuin maailmanlaajuisesti. Tällöin energian käytön ympäristölliset vaikutukset on hyvä pitää keskiössä.

Voimme lähestyä energiaa myös sosiaalisesta ja kulttuurisesta näkökulmasta. Energia on osa elämäntapaa ja arvoja. Voimme miettiä energiaa vaikkapa eettisten silmälasien läpi katsottuna. Energia vaikuttaa elämäntapaamme silloin, kun mietimme mitä energialähteitä käytämme, miten energia on tuotettu ja miten kaikki tämä istuu identiteettiimme. Energia tulee iholle! Voimme kiinnittää energiaan myös taiteen ja muotoilun elementtejä. Voimme jopa fantasioida energiasta – millaista olisi elämä tulevaisuuden yhteiskunnassa, jossa energia olisi päästötöntä ja vapaasti saatavilla? Kaikkien näiden eri näkökulmien risteyksessä tosiasia kuitenkin on, että energia on ensisijassa eloonjäämisemme edellytys.

Sergei Kapitzan (2006) mukaan energia on kasvun tärkein tekijä ja kehityksen keskeinen voimavara. 1800-luvun alussa jokainen henkilö kulutti vuodessa energiaa noin puoli kilowattia eli noin puoli hevosvoimaa. Vuodesta 1850 lähtien energiantuotanto on kasvanut kaksi kertaa nopeammin kuin maailman väestö. Maapallon väestö kasvoi 1850-luvulta vuoteen 1990 4,3-kertaiseksi, kun taas energian tuotanto kasvoi samaan aikaan 17-kertaiseksi. Vuonna 2000 keskimääräinen vuotuinen energian kokonaiskulutus asukasta kohden oli 2,3 tonnia hiiltä. Tämä vastaa suuruudeltaan energiamäärää, joka tarvitaan ihmisen lähettämiseen avaruuteen. Tänä päivänä energiaa tarvitaan mitä erilaisimpiin toimintoihin – lämmittämiseen, viilentämiseen, valaistukseen, viestintään, liikenteeseen, teollisuuteen, rakentamiseen ja maanviljelyyn. Se on keskeinen myös tietoyhteiskunnan ja digitalisaation dynamona.

## ENERGIA YHTEISKUNNALLISEN KEHITYKSEN VAIHEISSA

Kaikissa historian merkittävässä edistysaskeleisissa yhteen ovat kytkeytyneet **viestinnän ja energian käytön muutos**. Energian lisääntynyt tuotanto ja käyttö ovat mahdollistaneet yhä kompleksimpien yhteiskuntien kehityksen<sup>2</sup>. Uusia viestintävälineitä taas on tarvittu vastaamaan kasvavaan monimutkaistumiseen. Sykleissä tapahtuneet muutokset ovat tuoneet mullistuksia tuotantomenetelmiin ja samalla muovanneet käsityksiä ihmiskunnasta ja sen paikasta maailmassa. Vuorovaikutuksen verkostot ovat välittäneet aatteita, valtaa, rahaa ja tavaroita kulttuureilta toisille (McNeill & McNeill 2006). Seuraava jaottelu on yksi mahdollinen tapa hahmottaa yhteiskuntien kehitystä esihistoriallisen ajan jälkeen<sup>3</sup>.

2 Kompleksisuudella tarkoitetaan sitä, että syy-seuraussuhteet ja niiden keskinäiset riippuvuudet, jotka rakentavat yhteiskuntiamme ovat niin monimutkaisia, että yhteiskunnan toimintaa on vaikea ymmärtää. Lisäksi muutos yhdessä yhteiskunnan osassa saattaa aiheuttaa ennakoimattomia muutoksia aivan toisaalla.

3 Yleisen historiantutkimuksen lisäksi yhteiskuntahistorioitsijat ovat pyrkineet määrittämään yhteiskuntia ja miten ne ovat rakentuneet. Taloushistorioitsijat puolestaan tarkastelevat teknis-taloudellisia kehityskulkuja, jotka muuttavat yhteiskuntia. Merkillepantavaa on, että aiemmat vaiheet eivät muutosprosesseissa tyystin häviä, vaan jäävät elämään ohuempina

**Metsästäjä-keräilijä -yhteisöt ja yhteiskunnat (100 000–10 000 eaa.)** ympäri maailmaa saivat ravintonsa joko metsästämällä eläimiä, kalastamalla tai keräilemällä kasveja ja marjoja. Tulen käyttö mahdollisti pyydystetyn lihan tai kalan valmistamisen sekä suojan kylmyydeltä ja villipedoilta. Samalla aivojen koko kehittyi. Metsästäjä-keräilijä -yhteiskunnat olivat tyypillisesti järjestäytyneet paikallisiin yhteisöihin tai heimoihin. Puhutun kielen kehittyminen helpotti ihmisten keskinäistä kommunikaatiota.

**Maatalousvaltaiset yhteiskunnat (10 000 eaa.–)** ja maanviljely muodostui talouden perustaksi, mahdollisti yhteisöjen ja organisaatioiden kasvun ja varhaiset sivilisaatiot. Agraariyhteiskunnissa uusien viljojen käyttöönotto monipuolusti ihmiskunnan ravinnon saantia: maanviljelijät asettuivat paikoilleen, viljoja voitiin varastoida pitkiksikin ajoiksi ja asumuksista tehtiin pitkäikäisiä.<sup>4</sup> Ihminen kehitti maatalouskasvit uudenlaisena kasvien ryhmänä. Eläinten valjastaminen maatalouden käyttöön mahdollisti aikaisempaa raskaamman työn. Toisaalta maatalousyhteiskuntien lähes ainoa energianlähde oli kasvien vuotuinen fotosynteesin avulla keräämä aurinkoenergia. Yhteiskuntien perustuminen lihasvoimaan rajoitti niiden kompleksisuuden astetta (Heinberg 2003). Kirjoitetun kielen keksiminen maatalousvaltaisten yhteiskuntien aikaan mahdollisti viestien välittämisen uudella tavalla. Tämä pitkä ajanjakso pitää sisällään niin imperiumeja, kuningaskuntia, päällikkökuntia kuin varhaisia kaupunkivaltioitakin.

Nykyisiä yhteiskuntiamme on perustavanlaatuisesti muovannut teollistuminen eri vaiheineen. Siirtyminen kohti **teollistuneita yhteiskuntia (1700-luvulta alkaen)** alkoi Englannissa tuoden mukanaan fossiilisen energian laajamittaisen käyttöönoton. Ensimmäinen teollinen vallankumous kytkeytyi kivihiilen kasvavaan hyödyntämiseen höyrykoneissa ja höyrylaivoissa. Tekstiiliteollisuuden synty loi tehdastyön: kutomakone Kehruu-Jenny kahdeksankertaisti kehräämisen tehokkuuden ja tehtaiden kellot alkoivat määrätä työläisten päivärytmiä. 1800-luvulla raudan valmistus mahdollisti rautatieverkostot. Rautatiekiskojen tarve loi kysynnän halvalle, massatuotetulle teräkselle. Samalla keksittiin lennätin varmistamaan rautatieliikenteen turvallisuus.

Toinen teollinen vallankumous vuoden 1870 tienoilta alkaen aloitti massatuotannon aikakauden. Kemianteollisuus kehittyi terästeollisuuden rinnalla. Alkoi ensimmäinen suuri sähköistyminen. Keksittiin sähkömoottori, lukuisia sähkön sovelluksia ja sähköntuotanto lisääntyi. Englantilainen tutkija Michael Faraday onnistui vuonna 1831 muuttamaan mekaanisen liikkeen sähköksi ja löysi sähkömagneettinen induktion. Sähkömoottorin kehittämisen myötä 1870-luvulla kehitettiin ensimmäinen teollinen sähkögeneraattori. Thomas Alva Edisonilla oli sähkövalon kehittämisessä merkittävä vaikutus. Edison loi teollisen hehkulampun markkinat rakentamalla höyrykoneilla toimivia sähkövoimalaitoksia. 1880-luvulla sähkövalo otettiin käyttöön tehtaissa, teattereissa ja kaupunkien katuvaloissa – yö muuttui päiväksi. Se loi uusia edellytyksiä ihmisten elämälle (Schön 2013; ks. myös Tekniikka & Talous 2017). Sähkön hyödyntämiseksi laajalti täytyi ratkaista sähkönsiirron ongelma. Nikola Tesla kehitti vaihtovirtajärjestelmän, jossa jännitettä voitiin nostaa muuntajalla<sup>5</sup>.

---

kerrostumina. Vuosiluvut ovat vain suuntaa-antavia.

4 Viljelyn myötä tulevaisuusajattelu vahvistui – sään ennustaminen oli tärkeää. Niilin suistossa tarkkailtiin veden väriä, josta pystyttiin ennakoimaan sadon kannalta oleellisia asioita (Schwartz 1996).

5 Vaihtovirrasta kehittyi yleisin järjestelmä. Vaihtovirran etuna on myös yksinkertainen sähkömoottorirakenne, oikosulkumoottori, joka jatkossa tuli laajaan käyttöön varsinkin teollisuuden koneissa.

Talouskasvun ja väestönräjähdys taustalla on monia tekijöitä, mutta yksi ratkaisevasti ylitse muiden. Tämä tekijä on öljy. Öljyä on erityisesti toisen maailmansodan jälkeen pumpattu maailmanmarkkinoille alati kasvavia määriä. Öljytynnyri eli barreli on tilavuudeltaan 159 litraa ja vastaa energiamäärältään 12 ihmisen vuoden työpanosta. Fyysistä työtä tekevän henkilön tulisi tehdä työtä noin 25 000 tuntia, jotta tämä vastaisi yhden öljytynnyrin energiamäärää. Öljy on energialähteenä niin tiivistä ja halpaa, että se on käytännöllisesti katsoen ilmaista vielä senkin jälkeen kun hinta on lyhyessä ajassa moninkertaistunut. Öljy on luultavasti arvokkain uusiutumaton luonnonvara mitä ihmiskunta on koskaan löytänyt ja hyödyntänyt. Juuri halpa öljyenergia on tehnyt mahdolliseksi sekä maailmantalouden että väestön eksponentiaalisen kasvun. 1960-luvulla haaveiltiin runsaasta ja ehtymättömästä energiasta ydinvoimaa hyödyntämällä. Suomeenkin rakennettiin seuraavina vuosikymmeninä ydinvoimaa<sup>6</sup>.

Teollisuuden aikakaudella tiedonvälityksestä vastasi joukkoviestintä. Kirjapainotaitoa hyödynnettiin sanomalehtien painamiseen. Yksisuuntaisen viestinnän logiikalla operoivat myös radio- ja televisiolähettykset. Vuosisadan lopulla kansa kokoontui olohuoneisiinsa seuraamaan päivän uutisia, urheilua ja viihdettä. Vuosituhannen loppua luonnehtivat informaatioteknologian synty sekä tiedon ja talouden globalisoituminen. Yhteiskunnallisten hierarkioiden murtuminen ja verkottuneisuuteen pohjaavien toimintatapojen leviäminen vahvistivat ruohonjuuritason toimintaedellytyksiä, ja avasivat ovia vuorovaikutteisemmalle yhteiskunnalle. Samanaikaisesti hälytyskellot ovat alkaneet soida. Ilmastonmuutos etenee jopa oletettuakin nopeammin.

## Elämää ilmastonmuutoksen aikakaudella

Maapallon keskilämpötila on vuoden 1850 jälkeen noussut yli yhden celsiusasteen. Kaksi kolmasosaa tästä lämpenemisestä on tapahtunut vuoden 1975 jälkeen – peräti 0,15–0,20 °C vuosikymmenessä. Ilmastonmuutos ei pysähdy fossiilisten polttoaineiden niukkuuteen, sillä ne eivät ole loppumassa niin nopeasti kuin aikanaan oletettiin – ja jotkut ehkä toivoivatkin. Sen sijaan on alettu hyödyntää yhä vaikeammin saatavissa olevia resursseja. Napa-alueilla ilmaston lämpeneminen on voimakkaampaa kuin maapallolla keskimäärin. Lyhyellä aikavälillä tämä tarkoittaa nousevia keskilämpötiloja Suomessa. Tulevina vuosikymmeninä edessämme voi olla hankalasti ennakoitavia haasteita puhumattakaan seuraavista vuosisadoista (IPCC 2018, ks. myös Larsen et al. 2014, Tilastokeskus 2018).

<sup>6</sup> Uraanin hyödyntäminen on Pandoran lipas, joka on mahdollistanut myös ydinasevarustelun ja siihen kytkeytyvät kiistat kansainvälisessä politiikassa. Ydinenergian rasitteena on sen kalleus ja riskialttius.

## YHTEISKUNNALLISEN KEHITYKSEN SEURAAVA VAIHE

Yhteiskunnat muuttuvat isoina vaiheina, sykleinä tai aaltoina. Tässä kirjassa esitetään visio seuraavasta yhteiskunnallisen kehityksen vaiheesta (2000-luvun alusta tulevaisuuteen), joka haastaa menneen maailman mallit. Yhteiskunnat ylipäänsä toimivat yhä verkostomaisemmin (Castells 1996). Tasavertaisena toisten kanssa toimiminen mahdollistaa omatoimisuuden ja vireän kansalaiskeskustelun. Internetin ja suoratoistopalveluiden myötä tiedonvälitys on sosiaalisen median aikakaudella muuttunut jo kaksisuuntaiseksi. Miljardit mikropiirit transistoreineen ja internet ovat nivoutuneet kiinteäksi osaksi elämäämme. Tiedonjakamisen ja -levittämisen rajakustannukset ovat laskeneet käytännössä jo nolnaan. Samalla käsitys ihmisyydestä muuttuu teknologisen kehityksen rinnalla. Ihmisen perustarpeiden tullessa tyydytetyksi hän jatkaa merkitysten etsimistä ympäröivästä maailmastaan ja yhteisöstään.

Tämä on luonut pohjaa vertaistuotannon malleille (Bauwens 2005; Benkler 2017). Puuttuvan palasen tällaiselle kehityssuunnalle muodostavat hajautetut uusiutuvan energian teknologiat, jotka ovat kustannuksiltaan jo lähes ilmaisia. Tällöin uusiutuvaa energiaa saattaa olla lähes vapaasti saatavilla. Uusiutuvat energianlähteet kuuluvat siis samaan hajautettujen ruohonjuuriteknologioiden joukkoon kuin internet, sosiaalinen media ja mobiililaitteet<sup>7</sup>. Jos uusiutuvalla energialla tuotettu sähkö toimii ”alustana” käytännössä ilmaisen ja nollapäästöisen sähkön jakamiselle ja levittämiseksi kansalaisten toimesta, edessä on uusi sähköistymisen aalto.

## EDESSÄ UUSI SUURI SÄHKÖISTYMINEN

Sähköllä on jo nykypäivänä lukemattomia sovellutuksia elämän eri alueilla (Lindell 2010). Sähköä voidaan muuttaa hyvällä hyötysuhteella mekaaniseksi liikkeeksi, lämmöksi tai kemialliseksi energiaksi. Sähköistymisen sujuvoittaa energiankäyttöä, parantaa energiatehokkuutta ja sitä on helppo liikutella pitkiäkin matkoja. Energia-alan uusi trendi kytkeytyy eri asioiden, esineiden ja palveluiden sähköistymiseen. Sähköä käytettäessä olennainen kysymys luonnollisesti on, miten energiaa tuotetaan. Jos sähkö tuotetaan uusiutuvilla energianlähteillä, esimerkiksi aurinko- ja tuulivoimalla, koko energijärjestelmä muuttuu lähes päästöttömäksi.

Uusi suuri sähköistyminen avaa uudenlaisen mahdollisuuden vähentää fossiilisten polttoaineiden käytöstä aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä. Siksi se jouduttaa nopeita muutoksia energia-alalla. Sähköä voidaan käyttää entistä monipuolisemmin – sähköllä voidaan luoda jopa keinotekoisia eli syntetettisiä polttoaineita. Kun sähköä muunnetaan hiilivedyksi, korvataan fossiilisten polttoaineiden käyttöä – toisin sanoen, kysymyksessä on ihmiskunnan selviytymisen kannalta avainteknologia. Apuna ovat puhtaan energiamurroksen visiot, joissa markkinoille tuodaan huipputeknologiaa ja uusia liiketoimintamalleja (von Weizsäcker & Wijkman 2018). Ne tekevät vanhat energian tuotannon, käytön ja jakelun tavat vanhentuneiksi.

---

7 Kärjistäen voidaan väittää, että uusiutumattomat energialähteet ovat sitä vastoin tyypillisesti keskittyneitä, usein kalliita hyödyntää ja niistä saadun energian jälkeen niiden hyödyntämistä varten rakennettu infrastruktuuri varsin työlästä purkaa.

## Murros avaa uuden kehitysvaiheen

*Murros (tai disruptio)* tarkoittaa häiriötä, hajaannusta tai sekasortoa, jonka uusi innovaatio aiheuttaa. Murroksia tapahtuu taloudessa ja markkinoilla, kun muutos alkaa jollakin alalla kaataa vanhoja toimintatapoja ja korvata niitä. (Christensen 1997; Seba 2014). Teknologia tarkoittaa tässä yhteydessä prosesseja, joiden avulla organisaatio – yleensä yritys – muuntaa työvoimaa, pääomaa, materiaaleja ja tietoa aiempaa arvokkaimmiksi tuotteiksi ja palveluiksi. Disruptiiviset teknologiat ja innovaatiot luovat uudenlaista ja parhaimmillaan taloudellista, sosiaalista ja ympäristöllistä arvoa. Murroksen aiheuttavat innovaatiot tunkeutuvat markkinoille tai luovat kokonaan uusia markkinoita. Uudet tuotteet ja palvelut ovat käteviä, yksinkertaisempia ja halvempia kuin käytössä olevat tuotteet. Aluksi innovaatiot ovat suorituskyvyltään huonompia, mutta ajan kuluessa ne parantuvat ja korvaavat markkinoiden vakiintuneet toimijat.

Yhteiskuntien kehitys on täynnä eri toimialojen murroksia. 1900-luvun alussa hevosvaunut korvautuivat autolla. Lankaverkot toivat puhelimet kotitalouksiin, 1990-luvulla ne alkoivat korvautua matkapuhelimilla ja langattomilla verkoilla, ja sen jälkeen on siirrytty älypuhelin aikakaudelle. Äänen ja musiikin tallennuksessa lp-levyjen rinnalle tulivat kasetit, sen jälkeen siirryttiin cd-levyihin, minidisceihin ja lukuisiin digitaalisiin tallennusmuotoihin – erityisesti mp3-muotoon. Digitalisaatio on luonut verkkokaupan uudeksi markkinapaikaksi kivijalkakauppojen, tavaratalojen ja ostoskeskusten rinnalle. Seuraavaksi ounastellaan läpilyöntiä niin kutsuttujen puhtaisten teknologioiden (*cleantech*) sektorilla. Osa puhtaista teknologiaratkaisuista liittyy ympäristöhaittojen torjuntaan. Ilmastonmuutokseen etsitään ratkaisuja energian tuotannon ja -käyttötapojen muutoksesta. Miten vähentää uusiutumattomien luonnonvarojen ja erityisesti fossiilisten polttoaineiden – hiilen, öljyn ja maakaasun sekä uraanin – käyttöä energialähteinä?

## PUHTAAT TEKNOLOGIAT AJAVAT ENERGIASEKTORIN MURROKSEN KOURIIN

*Energiamurros* viittaa energian tuotannon ja -kulutuksen järjestelmien perustavanlaatuisen muutokseen (NREL 2015). Siihen kytkeytyvät uusiutuvan energian teknologioiden – erityisesti aurinko- ja tuulivoiman – kasvavan käyttöönoton lisäksi uudet älykkäät sähkötekniikat, energian varastointi sekä tieliikenteen sähköistyminen (sähköautot, itseajavat autot, uudet liikkumisen palvelut) ja uudet sähköistymisen sovellukset. Puhtaisiin energiateknologioihin investoitiin vuonna 2017 jo yli 300 miljardia Yhdysvaltain dollaria (BNEF 2018). Kalifornian Piilaakson teknologiaguru Tony Seban (2014) mukaan tällainen puhdas disruptio on väistämätön ja voimistuva kehityskulku. Näiden toisiinsa kytkeytyvien ajureiden keskinäisvaikutuksia on kuitenkin tarkasteltu vain harvoin yhdessä.

Energiajärjestelmämme sähköistämistä ei pidetä suoraviivaisena, sillä samalla joudutaan irtautumaan menneisyydessä tehdyistä päätöksistä, organisoinnin periaatteista, teknologiaratkaisuista, infrastruktuurista sekä energiaressursseista (ks. esim. Apajalahti 2018). Energiantuotanto perustuu edelleen yli 80-prosenttisesti fossiilisten energialähteiden hyödyntämiseen globaalissa mittakaavassa. Suomen energiantarpeesta katettiin vuonna 2016 fossiililla energialähteillä 38 prosenttia.

Lisäksi nykyistä energiajärjestelmää eli energiantuotantoa, organisointia ja -jakelua hallitsevat edelleen pääosin suuret energiayhtiöt. Vähähiilisyiden haaste tunnustetaan energiapoliittisissa visioissa; kiista on enenevästi keinovalikoimasta. Suomen energiapolitiikan ja -omavaraisuuden nykysuunnitelmat nojaavat voimakkaasti bioenergiaan sekä jopa turpeen hyödyntämiseen. Näiden käytön lisääminen on herättänyt kritiikkiä. Niiden katsotaan myös jarruttavan murrosta pois polttamiseen perustuvasta infrastruktuurista.

## ENNAKOINTI AVUKSI ENERGIA-ALAN VISIOTYÖHÖN

Tulevaisuusajattelussa on kyse ennakkoinnista. Tulevaisuutta voidaan ennakoida systemaattisesti ja pitkälläkin aikatahtäyksellä. Kysymys ei ole ennustamisesta. Lyhyen aikavälin asiantuntijaennusteet pohjaavat tyypillisesti nykytietoon, mutta pitkän aikavälin skenaariot eli tulevaisuuden käsikirjoitukset antavat mahdollisuuden tarkastella muutoksia ja polkuja, jotka poikkeavat merkittävästikin nykyhetkestä. Ennakointi on systemaattista ja huolellista pohdintaa erilaisista toisistaan riippuvaisista kehityskuluista ja niiden vaikutuksista. Utopiat muodostavat omanlaisensa tulevaisuusajattelun tarkastelulentän, mutta ne eivät vaadi tuekseen evidenssiä tai tietopohjaa. Lisäksi ne jäävät usein liian kaukaisiksi tulevaisuuksien hahmotelmiksi. Sen sijaan tulevaisuuskuvien ja skenaarioiden laadinnassa tulevaisuus – esimerkiksi energiasektorin tulevaisuus – tuodaan konkreettisemmin lähelle nykyhetkeä. Tulevaisuuskuvia testataan ja niiden sisältöön ja toteutumiseen edellytetään kannanottoa.

Kirjassa keskitytään pohtimaan yhtä mahdollista tulevaisuuden tavoitetta – nimittäin uusiutuvaan energiaan pohjaavaa tulevaisuutta sekä erilaisia polkuja, jotka voivat johtaa sitä kohti. Lähes tieteiskuvitelmana (*science fiction*) pidetystä akateemisesta tutkimuksesta voi olla yllättävän lyhyt matka kriittisiin keskusteluihin tosimaailmassa ja vaikutuksiin, jotka avaavat ovia uusien elämäntyyloihin, toimintamalleihin ja tuotantotapoihin. Tiedekirja on osa tiedeviestintätöitä, ja pohjautuu pääosin Turun yliopiston, Lappeenrannan teknillisen yliopiston ja Teknologian tutkimuskeskus VTT:n nelivuotisen Neo-Carbon Energy -hankkeen tutkimustyöhön ja sen ennakkointiosioon, joka on toteutettu Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskuksessa<sup>8</sup>. Jäljempänä nostamme esiin tutkimuksen keskeiset ja kiinnostavimmat löydökset.

Kirja on kertomus yksilön ja ryhmien roolista verkottumisen, energia-alan muutosten ja teknologisen kehityksen ristipaineissa – sekä kilpajuoksusta ilmastonmuutosta vastaan. Avaamme sähköistymisen ja uusiutuvan energian valjastamisen lisäksi näkökulmia talouteen, työhön ja politiikkaan. Esitettävät teknis-taloudelliset tarkastelut ja tutkijoiden laskelmat perustuvat urauurtavaan energiamallinnukseen. Ne osoittavat ensimmäistä kertaa, että uusiutuvaan energiaan pohjaava päästötön energiajärjestelmä on teknisesti toteuttamiskelpoinen ja taloudellisesti kannattava. Kirjassa tarkasteltava energiamurroksen visio kytkeytyy pääosin jo olemassa olevien teknologioiden valjastamiseen. Murroksen suurin haaste ei olekaan teknologinen vaan yhteiskunnallinen – kyse on määrätietoisuudesta ja poliittisista valinnoista.

---

8 Tutkimuksen toteuttivat VTT, Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT) ja Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Ks. [www.neocarbonenergy.fi](http://www.neocarbonenergy.fi) ja <https://www.utu.fi/en/units/ffrc/research/projects/energy/Pages/neo-fore.aspx>.

Jokaisen luvun lopussa on kysymyksiä, joita lukija voi pohtia ja mahdollisesti viedä ideoita eteenpäin käytännön tasolle. Kirjan viidennessä luvussa esitettävät skenaariot ovat kuvaus erilaisista muutospoluista ja edelläkävijöistä, jotka voivat johdattaa uusiutuvan energian laajamittaiseen käyttöön toon ympäri maailman. Kysymysten tavoitteena on myös vahvistaa systemaattista tulevaisuusajattelua. Kirja sekä sen ympärille kytkeytyvä yhteiskunnallinen vuorovaikutustyö oppimateriaaleineen<sup>9</sup> on tarkoitettu tueksi sähkö-, energia-, liikenne- ja rakennusalan murrokseen sekä hiilineutraalin kiertotalouden periaatteiden edistämiseen.

Olemme koko yhteiskunnan muutosta symboloivan, kehkeytymässä olevan uuden aallon harjalla (ks. luvun avauskuva). Miten ja miksi muutos tapahtuu, ketkä muutoksen tekevät ja kuinka nopeasti se voi tapahtua?

## KYSYMYKSIÄ POHDITTAVAKSI:

- Mitä vaihtoehtoja löytyy uudelleenlaiseen kasvuun, joka ei kasvata ympäristön kuormitusta ja hiilidioksidipäästöjä, mutta lisää yhteiskunnallista hyvinvointia?
- Mitä energia merkitsee minulle ja mitä ulottuvuuksia sähköistymiseen liittyy?
- Mitä etuja ja esteitä Suomella on uusiutuvan energian käyttöönoton näkökulmasta?
- Mitä etuja ja esteitä Suomella on vertaisuuden näkökulmasta?
- Miten luonnehtisit teollistunutta yhteiskuntaa ja tietoyhteiskuntaa seuraavaa yhteiskunnallista vaihetta? Minkälaisia uusia vaikuttimia nousee esiin?

Seuraavissa luvuissa siirrymme kuvaamaan suuren sähköistymisen, uusiutuvan energianlähteiden uuden esiinmarssin sekä vertaisyhteiskunnan yhdistelmän visiota. Tulevaisuuksien tekemiseen tarvitaan visio – tulevaisuuden tahtotila.

<sup>9</sup> Uusiutuva energia -osio avoimessa DIGMA-oppimisympäristössä: <http://uusiavoinenergia.fi/>



## AVAINLÄHTEITÄ JA LUKUSUOSITUKSIA

- Castells, M. (1996) *The Rise of The Network society. The Information Age: Economy, Society and Culture* Vol. I. Blackwell, Oxford, UK.
- Christensen, C. M. (1997) *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard Business School Press, Boston, MA.
- Halme, Minna – Hukkinen, Janne I. – Korppi-Tommola, Jouko – Linnanen, Lasse – Liski, Matti – Lovio, Raimo – Lund, Peter – Luukkanen, Jyrki – Nokso-Koivisto, Oskari – Partanen, Jarmo & Wilenius, Markku (2015) *Maamme energia*. Into Kustannus.
- Heinberg, Richard (2003) *The Party's Over: Oil, War, and the Fate of Industrial Societies*, New Society Publishers: Gabriola Island, 288 s.
- IPCC (2018) *Global Warming of 1.5 °C: Summary for Policymakers*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://ilmatieteenlaitos.fi/ipcc-ilmastopaneeli> ja <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>
- Lindell, Ismo (2010) *Sähkön pitkä historia*. Otatieto, 454 s.
- McNeill, J. R. & McNeill, W. H. (2006) *Verkottunut ihmiskunta. Yleiskatsaus maailmanhistoriaan*. Vastapaino. Tampere.
- Osterhammel, Jürgen (2008) *The Transformation of the World: A Global History of the Nineteenth Century*. Princeton University Press.
- Partanen, Rauli – Paloheimo, Harri & Waris, Heikki (2013) *Suomi öljyn jälkeen*. Into Kustannus.
- Schön, Lennart (2013) *Maailman taloushistoria, teollinen aika*. Tampere: Osuuskunta Vastapaino.
- Smil, Vaclav (2017) *Energy and Civilization. A History*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Vainikka, Pasi (2016) *Tässä ovat energiapolitiikan 10 harhakäsitystä*. Talouselämä, 9.1.2016. <http://www.talouselama.fi/uutiset/tassa-ovat-energiapolitiikan-10-harhakasitysta-6243479>
- Von Weizsäcker, Ernst & Wijkman, Anders (2018) *Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet. A report to the Club of Rome*. Berlin.
- Wilenius, Markku (2016) *Tulevaisuuskirja. Metodi seuraavan aikakauden ymmärtämiseen*. Otava.



Kuva: Katja Makkonen ja  
Maiju Kolisoja (Days Agency)



## 2. VISIO UUSIUTUVAN ENERGIAN VERTAISYHTEISKUNNASTA

Edessämme avautuu ikkuna vuoteen 2050, missä energia on päästötöntä, lähes kokonaan uusiutuviin energianlähteisiin perustuvaa – ja paljon tehokkaammassa käytössä kuin nykyään. Meillä on runsaasti edullista puhdasta energiaa. Energian internet tehostaa sähköistettyä, joustavaa ja turvallista yhteiskuntaa, ja voimaistaa sen verkottuneita ja itsenäisiä kansalaisia. Energiajärjestelmän murrokseen kytkeytyy toinen laaja-alainen muutosilmiö – vertaisuuden voimistuminen. Tulevaisuuden vertaisyhteiskunnassa kansalaisista tulee energiantuottajia. Toisin kuin usein ajatellaan, energiamurros uusiutuviin energialähteisiin myös lisää globaalisti käytettävissä olevan energian määrää.



**"Mikään tuuli ei ole suotuisa sille, joka ei tiedä mihin satamaan on menossa"**

**Lucius Annaeus Seneca**

## VIREILLÄ ON IHMISKUNNAN SUURIN MUUTOSHANKE

On jo pitkään tiedetty, että nykyinen energiajärjestelmä on pitkällä aikavälillä kestämaton. Vaikka fossiilisia polttoaineita riittäisi useiksi vuosikymmeniksi tai -sadoiksi, lopulta ne ehtyvät. Nyt meillä ei ole käytettävissä kovin paljoa aikaa energiajärjestelmän uudistamiseksi. Ilmastonmuutoksen myötä muutosten täytyy tapahtua aikaisemmin ja järjestyttävän paljon nopeammin sekä kunnianhimoisemmin kuin kukaan oli ajatellut. Ihmiskunnan historia tuskin tuntee näin suurta ja nopeaa muutoshanketta – on kuin ihmiskunta lähetettäisiin uudelleen avaruuteen. Toisin sanoen energia-sektoriin kohdistuvat muutospaineet ovat valtavia. Siksi näkyvät energiantuotannon ja -kulutuksen tulevaisuudesta ovat epävarmoja ja esitykset erilaisista ratkaisuista herättävät suuria tunteita. Toisaalta muutoksia on ennenkin tapahtunut energian tuotantotavoissa ja -käytössä sekä siihen kytkeytyvissä teknologisissa järjestelmissä (Geels 2007; Smil 2010; Sovacool 2016). Lisäksi meitä ympäröivä aikakausi uusine teknologioineen antaa puitteet, jotka eroavat historiallisista olosuhteista.

Jotta massiiviseen haasteeseen voidaan vastata tehokkaasti, tarvitaan selkeää, vahvaa ja uskottavaa visiota. Sen on huomioitava yhteiskunnalliset, teknologiset ja taloudelliset näkökohdat. Seuraavaksi kuvataan visio uudesta suuresta sähköistymisestä vertaisyhteiskunnassa, jossa energia on vuoteen 2050 mennessä päästötöntä, lähes kokonaan uusiutuvaan energiaan pohjautuvaa, ja sitä käytetään paljon tehokkaammin kuin nykyään. Tämän toteutuessa meillä tulee olemaan käytössämme runsaasti edullista ja kestävä kehityksen periaatteiden mukaista puhdasta energiaa. Apuna jalkauttamisessa ja toteuttamisessa teknologisenä selkärankana on niin kutsuttu energian internet (Metcalf 2009), joka mahdollistaa sähköistetyn, kestävä ja turvallisen yhteiskunnan. Se luo perustan yhä itseohjautuvampien ja verkottuneiden kansalaisten elämälle (Ruotsalainen et al. 2017). Visiossa fossiilisten polttoaineiden tuotanto ja käyttö lopetetaan kokonaan ilmastonmuutoksen pysäyttämiseksi. Kysymyksessä on yhteiskunnallinen näkemys eräänlaisesta mahdollisesta ja toivottavasta tulevaisuudesta. Sen pohdinta on kuitenkin aloitettava katsomalla luonnontieteisiin.

### Tulevaisuusajattelun ja visiotyöskentelyn aakkoset

Tulevaisuusajattelussa on yleisesti ottaen kolmenlaisia tulevaisuuskuvia – mahdollisia, todennäköisiä ja toivottavia (Amara 1981). Tyypillisesti yritykset ja organisaatiot tapaavat keskittyä vain todennäköisiin kehityskuluihin ja niiden pohjalta aukeaviin tulevaisuuden maailmoihin. Tämä ei ole järkevää, sillä yhtä tärkeää ellei vieläkin tärkeämpää on tarkastella ja pohtia mahdollisimman laajasti ja avoimesti erilaisia mahdollisia tulevaisuuskuvia. Tulevaisuuteen vaikuttavat moninaiset seikat, eivät vain ne mitä havaitsemme lähiympäristössämme. Mitä ylipäänsä on mahdollista tapahtua? Tällainen tarkastelukulma avaa tulevaisuuden mahdollisuuksien horisonttia verrattuna kapeampaan, vain todennäköisyyksiä sisältävään tarkasteluun. Mahdollisten ja todennäköistenkin tulevaisuuskuvien pohjalta voidaan sitten tehdä toivottavien tulevaisuuksien luotaus. Kyse on nimenomaan vision luomisesta. Tulevaisuusajattelun mukaan kaikilla toimijoilla – valtioilla, kaupungeilla, seuduille, yrityksillä, yhteisöillä ja yksittäisillä ihmisillä tulisi olla visio. Tulevaisuus ei vain tule – se tehdään nykyhetken suunnitelmien ja päätöksenteon pohjalta.

Jokainen voi omalta osaltaan vaikuttaa tulevaisuuden muotoutumiseen. Tällöin on tärkeä ensin pysähtyä miettimään millaisen tulevaisuuden haluamme? Visio on tulevaisuuden tahtotila, jonka tulisi olla yhteisesti laadittu tulevaisuutta ja tavoitteita koskevien strategisten keskustelujen pohjalta. Visioon sitoutuminen on sitä voimakkaampaa, mitä paremmin eri tahot on otettu mukaan sen luomiseen. Jokaisella organisaatiolla ja kansakunnalla tulisi olla tulevaisuusstrategia – normaalin strategiatyön lisäksi tehty jatkuva tulevaisuusprosessi, jossa aikatahtain asetetaan tavanomaista pidemmälle tulevaisuuteen. Se voi olla viisikymmentä tai jopa sata vuotta!<sup>10</sup> Tulevaisuuksiin tähyämisessä käytetään myös laajempaa perspektiiviä ja katsotaan kaikkien asioiden ja alojen kehitystä – ei vain oman toimialan tai elinpiirin. Sen jälkeen avoimen ja rohkean tulevaisuusprosessin pohjalta laaditaan yhteinen visio, joka ei jää vain sanahelinäksi.

Mielenkiintoinen kysymys on, kenen kannalta hahmotellut tulevaisuuskuvat ja visiot ovat toivottavia. Luonnollisesti eri tahoille ja eri puolella maailmaa sekä eri kulttuurisissa ja poliittisissa olosuhteissa eläville ihmisille ja organisaatioille visiot toivotusta tulevaisuudesta voivat näyttäytyä hyvinkin erilaisina. Tärkeintä on, että kukin yhteisö laatii oman visionsa yhteisesti siten, että kaikkien ääntä on kuultu ja otettu huomioon.

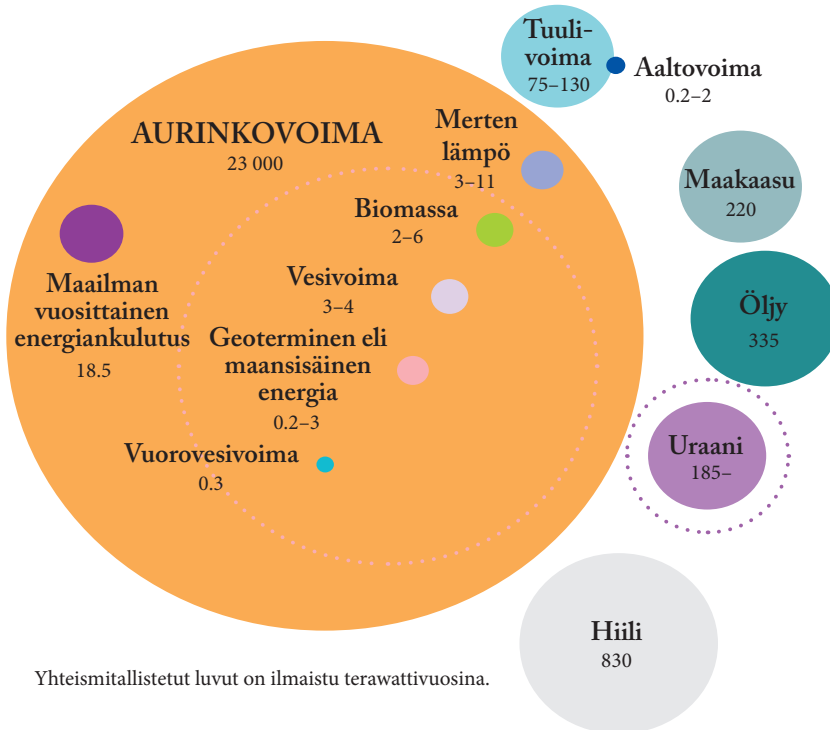
## UUSIUTUVAA ENERGIAA ON SAATAVILLA LÄHES RAJATTOMASTI

Minkä tahansa energiaa käsittelevän vision pohdinta, myös uusiutuvaan energiaan nojaavan, on aloitettava fysiikan laeista eli siitä mikä ylipäänsä on mahdollista. Tiedetään, että universumi on täynnä energiaa, sen valjastamisen ihmiskunnan käyttöön estää ensisijaisesti mielikuvituksen puute. Yhdessä vuodessa ihmiskunta kuluttaa energiaa suunnilleen saman verran kuin auringon energiaa tulee maanpintaan ja ilmakehään yhden tunnin aikana. Tästä näkökulmasta aurinkoenergiaa on saatavilla käytännössä rajattomasti. Näin on siitäkin huolimatta, että maailmanlaajuisesti energian kysyntä kasvaa, kun väestö ja talous kasvavat ja elintason odotetaan nousevan. Taloudellisesti ja ympäristöllisesti kestävä energiajärjestelmän pitäisikin olla vahvasti aurinkoenergiaan nojaava. Myös tuulienergiaa olisi valjastettavissa noin viisi kertaa ihmiskunnan nykyisen energiankulutuksen verran. Näiden lisäksi ihmiskunnalla on käytössään pieniä määriä muita uusiutuvia energiamuotoja: eri kokoluokan vesivoimaa, aaltovoimaa, maalämpöä ja geotermistä energiaa sekä bioenergiaa eri muodoissaan. Lisäksi niitä täytyy käyttää kestävästi.

Usein oletetaan, että siirtyminen uusiutuviin energialähteisiin vaatii energiankulutuksen vähentämistä yhteiskunnassa ja energian runsaus päättyy (Heinberg & Friedly 2016). Tässä kirjassa tarkasteltava visio lähtee päinvastaisesta lähtökohdasta: käytännössä 100-prosenttisesti uusiutuviin energianlähteisiin pohjaava järjestelmä pystyy vastaamaan lisääntyviin energiantarpeisiin (Breyer et al. 2017a) ja johtamaan kestävä kehityksen maailmaan tai ”runsautteen ilman syyllisyyttä” (Lord 2014). Kuvattu järjestelmä on nimittäin teknisesti ja taloudellisesti mahdollinen, jos ihmiskunta voi si hyödyntää maapallolle saapuvasta aurinkoenergiasta edes yhden promillen. Näin ihmiskunnalla

10 Ks. Futura-lehden teemanumero Seuraavat sata vuotta (1/2018) pitkän aikatahtäyksen ennakkoinnista sekä Kuusi et al. (2013) ennakkoinnin eri metodeista

olisi käytössään noin kuusi kertaa sen nykyään kuluttama määrä energiaa (Naam 2011). Uusiutuvaa energiaa on runsaasti saatavilla – kysymys on sen valjastamisesta käyttöön tehokkaasti.



Kuva 1. Aurinkoenergiaa on saatavilla lähes rajattomasti verrattuna uusiutumattomien energianlähteiden varantoihin.<sup>11</sup>

Uusiutuvaan energianlähteisiin pohjaava visio sekä sen lupaukset voivat tuntua huimaavilta – yhtäältä sen lupauksen ja toisaalta kuviteltujen muutosten mittavuuden johdosta. Vuonna 2016 ihmiskunta kulutti maailmanlaajuisesti 160 000 terawattituntia (TWh) eli yli 18 terawattivuotta energiaa<sup>12</sup>. Sähköä kulutettiin noin 25 000 terawattituntia<sup>13</sup>. Aurinko- ja tuulisähkön tuotantoa oli tästä kaikesta vain mitätön määrä: vajaa prosentin verran koko maailman energiankulutuksesta. Samana vuonna maailmassa tuotettiin 328 TWh aurinkoenergiaa ja 958 TWh tuulienergiaa, siitä Kiinassa molempia noin neljännes. Lähtötilanne on siis vaatimaton. Ilmassa on kuitenkin muutoksen merkkejä. Tuulisähkön tuotanto on kymmenessä vuodessa kymmenkertaistunut ja aurinkosähkön tuotanto sata-kertaistunut (IEA 2018) eli kasvu on ollut eksponentiaalista. Entä jos aurinko- ja tuulienergiaa asennettaisiin yhä kasvavia määriä, ja energiaa opittaisiin sähköistymisen edetessä käyttämään nykyistä tehokkaammin? Voisiko energiamurros alkaa pikkuhiljaa vaikuttaa enenevästi muiden yhteiskunnan sektoreiden toimintaan ja toimintatapoihin – koko yhteiskunnan läpäisevänä teknologiamurrosena?

11 Uusiutuvien energianlähteiden osalta on kuvattu vuosittainen potentiaali, uusiutumattomien osalta tunnetut varannot. (Perez & Perez 2015).

12 Terawattivuosi (TWyr) on varsin harvinainen suure, jota voidaan käyttää kuvaamaan erittäin suuria energiankulutuksen määriä. 1 TWyr = 8 760 TWh = 8760 \* 10<sup>9</sup> kWh.

13 Maailmanlaajuinen energiankulutus oli siis noin 160 petawattituntia. Yksi petawattitunti (10<sup>15</sup>) on tuhat terawattituntia (10<sup>12</sup>).

# SÄHKÖÄ ON KAIKKIALLA – UBIIKIN SÄHKÖN SINFONIA

Uusiutuvien energianlähteiden kestävä käyttö ja suuren sähköistymisen visiossa ihmiskunta hyödyntää vuonna 2050 laajasti uusiutuvien energialähteiden, erityisesti aurinkoenergian ja tuulienergian, mahdollisuuksia. Tällaisessa järjestelmässä useimmat yhteiskunnan sektorit toimivat uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön avulla, minkä älykkäät järjestelmät mahdollistavat. Tämä vaikuttaa kaikkiin elämän toimintoihin. Se tarkoittaa nousemista uudelle tasolle – mitä useampi sektori yhteiskunnassa voidaan sähköistää uusiutuvan energian avulla, sitä päästöttömämpää elämä on. Tavoitteen mukaisesti tulevaisuudessa sähköistämme kaiken – lämmityksen, jäähdytyksen, teollisuuden, liikenteen – ja jopa maatalouden. Kaikki mikä voidaan sähköistää, tullaan sähköistämään!<sup>14</sup>

Energian ”sadonkorjuuta” tapahtuu kaikkialla. Aurinkopaneelikatot ja monet käyttämättömät maa-alueet, kuten valtatie reunat, on katettu aurinkokennoilla, tuuliturbiineilla ja muilla energiantuotannon keinoilla sekä esimerkiksi keinotekoisin fotosynteesin puilla. Vaatteet, laitteet, vempaimet, ajoneuvot, rakennukset ja muu infrastruktuuri keräävät energiaa ympäristöstään monipuolisesti. Sähköistettyjä sektoreita auttaa energian internet: apuna ovat älykkäät energiaverkot, energian optimoitu varastointi sekä energian joustava käyttö. Liikkumisesta vastaavat itseajavat robottisähköautot, ja sähköistyminen siirtyy myös muihin kulkutapoihin ja liikennemuotoihin. Ilmailussa ja rahtiliikenteessä, joita ei sähköistetä suoraan – tai kenties ei ainakaan vuoteen 2050 mennessä – käytetään synteettisiä polttoaineita. Niitä tehdään sähköstä vedyn ja hiilidioksidin avulla. Samoin periaattein tuotetaan useita ihmisille välttämättömiä tuotteita.

Asumisen, ruoantuotannon ja teollisuuden käytänteet muuttuvat. Ohutkalvoteknologian kehityksen ansiosta seuraavan sukupolven aurinkoenergiateknologiat alkavat muuttaa rakentamista. Energiantuotanto olisi nykyistään enemmän meitä ympäröivään rakenteisiin – esimerkiksi ikkunoihin ja kattoihin – integroitua. Aurinkopaneelit peittäisivät ikkunapintoja ja jopa tienpintoja. Lähes mitään jätettä ei kertyisi, koska kaikki materiaalit kierrätettäisiin. Energiajärjestelmän murros ei silti olisi suinkaan yksin teknologinen hanke, vaan mitä suurimmassa määrin sosiaalinen kokemus. Se edistäisi itsessään tulevaisuuden vertaisyhteiskuntaa, jossa kansalliset organisaatiot muuttavat omaehtoisiksi, perinteisten organisaatioiden ulkopuolisiksi ryhmiksi ja verkostoiksi.

*”Alamme pikkuhiljaa ymmärtämään itsemme ihmisinä ja yhteiskunnallisina olentoina. Samalla ympärillämme tapahtuu valtavia muutoksia teknologiassa, energiassa ja ympäristössä.”*

*Markku Wilenius, tulevaisuudentutkimuksen professori, Tulevaisuuden tutkimuskeskus*

<sup>14</sup> ”Kaikki mikä digitalisoidaan, tullaan digitalisoimaan” on iskulause, jota on käytetty kuvaamaan digitalisaation etenemistä useilla aloilla 2000-luvulla.



# ELÄMÄ TULEVAISUUDEN VERTAISYHTEISKUNNASSA

Vertaisuuden periaate heijastuu tieto- ja viestintäteknologioissa: vertaisverkoissa ja sosiaalisessa mediassa tiedostoja ja tietoja jaetaan vapaasti ja avoimesti. Energia-alalla *prosumeristinen* malli eli kuluttaja-tuottajuus<sup>15</sup> etenee, kun luonteeltaan hajautetut uusiutuvan energian teknologiat, erityisesti aurinko- ja tuulivoima, ovat yhä edullisempia. Kun energian kuluttajista tulee myös energian tuottajia, he eivät tuota energiaa pelkästään itselleen vaan myös muille. Suhde energiaan muuttuu intiimimmäksi. Kyse ei ole enää vain laskujen maksamisesta ja siitä mitä töpselistä saa. Kansalaisten valta omista energia-asioistaan lisääntyy, ja koko energiajärjestelmä alkaa muuttua (Biggs 2016; Van der Schoor & Scholtens 2015).

Tällainen kehityskulku vahvistaa energiamurrosta. Samalla se vauhdittaa vertaistuotantoa eli taloudellista toimintaa, jossa palveluita tuotetaan omaehtoisesti eri tarpeisiin (Fox 2014). Vertaistuotantoon kuuluu avoin yhteistyö, itsensä toteuttaminen, luovuus ja hauskanpito. Näin syntyy esimerkiksi pienen mittakaavan räätälöityä teollista tuotantoa aurinkoenergian ja 3D-tulostimien avulla. Vertaisyhteiskunnassa kansalaiset vaikuttavat sekä jakavat tietoa, taitoja ja tavaroita useissa ryhmissä ja verkostoissa. Ihmiset valjastavat omat kykynsä haaveidensa toteuttamiseksi ja toimivat verkotuneesti. Vertaisyhteiskunnassa kuluttajat osallistuvat yhä enemmän talouden tuotantovaiheeseen. Itsensä toteuttaminen on seuraavan yhteiskunnallisen vaiheen kansalaisoikeus!

## UUSIUTUVAN ENERGIAN SUUNTAVIIVOJA

Uusiutuvan energian järjestelmään perustuen muutetaan nykyisiä liikennejärjestelmiä, vähennetään terveyshaittoja, parannetaan energiaturvallisuutta sekä puututaan vesi- ja ruokaturvan ongelmiin. Samalla luodaan uusia ja yhä paikallisempia mahdollisuuksia taloudelliselle toiminnalle puhtaaseen energiantuotantoon perustuen. Puhdas sähköistäminen ratkaisisi energiaköyhyyden: yksin Afrikan maissa noin 600 miljoonaa ihmistä on vailla luotettavaa sähköä, ja lisäksi väestö kasvaa monissa niistä edelleen räjähdysmäisesti.<sup>16</sup>

Juuri näissä valtioissa olisi mahdollista synnyttää yhä innovatiivisempia energiapalveluita sekä hajautetumpia ja mobiilisovelluksiin nojaavia – kenties kokonaan langattomia – sähköistymisen ratkaisuja tieto- ja viestintäteknologian avulla<sup>17</sup>. Tulevaisuudessa ei kenties tarvita edes sähköverkkoja, vaan energian siirto tapahtuisi langattomasti. Joka tapauksessa sähköverkkojen lisärakentamisen tarve poistuisi, koska energiantuotanto hajautuisi yhä enemmän paikalliseksi ja kuluttajakohtaiseksi. Sähköistetyssä kiertotalouden maailmassa harvinaiset maametallit ja muut kriittiset metallit kierrätetään kokonaan tai korvataan muilla materiaaleilla talteenoton yhteydessä.<sup>18</sup>

15 Prosumerismin käsitteessä yhdistyvät englannin kielen sanat tuottaja (*producer*) ja kuluttaja (*consumer*).

16 Esimerkiksi Intiassa kymmenen neliökilometrin suuruinen Kamuthin aurinkovoimala Tamil Nadun maakunnassa tuottaa sähköä jopa 750 000 ihmiselle (BBC 2017).

17 Aurinkosähkön käyttöönoton edelläkävijöitä ovatkin maat, kuten Bangladesh, Kenia, Tansania, Intia ja Etelä-Afrikka. Näissä maissa käytetään myös mobiilirahaa – uusiutuvan energian palveluista maksetaan pelkän matkapuhelinnumeron perusteella ilman perinteistä pankkitiliä.

18 Ääritapauksissa ne voidaan myös louhia maapallon lähellä olevista asteroideista säästäten maapallon luonnonvaroja. Tämä kuitenkin rikkoisi yhden maapallon rajojen puitteissa elämisen periaatetta. Siksi sitä ei suositella yleisesti.

Tällaisessa visiossa seuraavina vuosikymmeninä nähdään ympäri maailmaa siirtymä saastuttavasta energiantuotannosta puhtaaseen energiaan, tehottomasta energiajärjestelmästä entistä tehokkaampien energialaitteiden verkkoon sekä keskitetystä nykyistä hajautetumpaan järjestelmään. Samalla painopiste siirtyy energiantuottajien vallasta kuluttaja-tuottajien valtaan, suurten öljy-yhtiöiden maailmasta kymmenien tuhansien uusiutuvan energian yrittäjien aikakauteen – ja siinä samassa fossiilisista polttoaineista uusiutuviin energialähteisiin (Heinonen et al. 2017a; d). Aurinkoiset ja tuuliset alueet voisivat nousta uuteen kukoistuksen aikakauteen uusiutuvan energian resurssiensa ansiosta. Fossiilisia polttoaineita nykyisin runsaasti tuottavat valtiot saisivat näkymän vaihtoehdoista kehityssuunnasta.

## PUHTAAN ENERGIAN KASVULUVUT LYÖVÄT ÄLLIKÄLLÄ

Tällaisessa visiossa käytettävissä olevan energian määrä kasvaa merkittävästi, se on edullista ja sitä on kaikkien käytettävissä. Tarkkojen arvioiden esittäminen tulevaisuuden sähköntuotannosta ja maailmanlaajuisesta energiankulutuksesta on silti haastavaa. Uusiutuvan energian kasvuvauhdista kiistellään kovastikin. Toiseksi, kuvatussa maailmassa ei tarvita enää sellaisia voimalaitoksia, joissa tuotetaan sähköä fossiilisista polttoaineista. Kolmanneksi, sähköä tullaan käyttämään nykyistä paikallisemmin omatuotannon lisääntyessä huomattavasti. Neljänneksi, koko energiajärjestelmän peruseriaatteiden muuttuessa, sähköistyminen parantaa energiajärjestelmän tehokkuutta kokonaisuudessaan. Voimme silti tarkastella joitain perusteltuja arvioita.

Aurinkoenergian oletetaan seuraavien 15 vuoden aikana nousevan maailman johtavaksi energianlähteeksi (ks. esim. Linturi & Kuusi 2018, 337–366). Jos kuvattu energiamurros ampaisisi liikkeelle toisissaan, aurinkoenergiaa olisi asennettu 2010-luvun alkuun verrattuna vuonna 2030 jo reilu 20-kertaisesti. Aurinkoenergialla tuotettaisiin maailmanlaajuisesti sähköä noin 12 000–22 000 terawattituntia. Siinä samalla tuulienergian asennukset ja energian varastointi lisääntyisivät voimakkaasti. Ja jos oletettaisiin, että kykenisimme sormia napsauttamalla siirtymään sataprosenttisesti uusiutuvan energian järjestelmän käyttöön ja asennuksia voitaisiin tehdä runsain mitoin, aurinkoenergialla tuotettaisiin reilu kymmenen vuoden päästä yli kolmannes ja tuulienergialla vajaa kolmannes koko maailman sähköntarpeesta.

Vuonna 2050 aurinkosähkö olisi noussut johtavaksi sähkön tuotantomuodoksi: se tuottaisi yli kaksi kolmasosaa kaikesta sähköstä maailmassa, kun tuulivoimalla tuotettaisiin vajaa viidennes. Aurinkosähkön osuus kaikesta maailmanlaajuisesti tuotetusta energiasta olisi suunnilleen 40 prosentin luokkaa – kenties jopa sitäkin enemmän! Asennetun uusiutuvan energian määrä kokonaisuudessaan 20-kertaistuisi nykyisestä vuoteen 2050. Tällainen kasvukäyrä ei tietenkään loppuisi kuin seinään vaan kasvu-uralle päästyään jatkaisi kasvuaan. Näin ihmiskunta jatkaisi elämäänsä uudessa energiamaailmassa: vuosien 2050 ja 2100 välillä asennettu määrä vielä nelinkertaistuisi. Verrattuna lähtötilanteeseen vuosisadan alkupuolella vuosisadan lopussa uusiutuvan energian asennuksia olisi 80-kertaisesti (ks. Ram et al. 2017; Breyer et al. 2017b). Silloin aurinkoenergian asennuksia olisi kenties alle prosenti koko maailman pinta-alasta, mikä voisi olla hyväksyttävää, onhan jopa kolmannes maapallon pinta-alasta aavikko.

Aurinkoenergia yleistyisi Suomessakin laajamittaisesti seuraavina vuosikymmeninä kuten matkapuhelimet aikanaan. Kun liikkeelle lähdetään lähes nollassa, asennetun aurinkoenergian määrä vastaisi noin sataatuhatta suurta katolle asennettavaa aurinkovoimalaa vuonna 2050. Asennetun tuulisähkön määrä ehtisi tässä ajassa 20-kertaistua nykyisestä. Pohjoinen sijaintimme huomioiden juuri tuulivoima olisi avainasemassa sähköntuotannossa. Jos Suomessa oli viisi tuhatta hybridi- ja sähköautoa vuonna 2017, niin vuonna 2050 niitä olisi 3 miljoonaa. Sähkön osuus energiarjestelmässä kasvaisi ja parantuneen energiatehokkuuden ansiosta energian kokonaiskulutus laskisi. Lisäksi vedyn tuotanto lisääntyisi huomattavasti.<sup>19</sup> Polttokennojen ja mikroturbiinien kehitys yhdistettynä synteettisten polttoaineiden tuotantoon avaisi mahdollisuuden hyödyntää aurinko- ja tuulienergiaa pohjoisissakin oloissa ympärivuotisesti.

## MAAILMA ON SILTI KOMPLEKSINEN

Elintason noususta ja puhtaan energian takaamasta materiaalisesta runsaudesta huolimatta vision kuvaama maailma ei olisi utopia. Energiatarjonnan kasvu lisää monimutkaisuutta (vaikeuttaa ymmärtää asioita) ja kompleksisuutta (asioiden ja systeemien toisiinsa kytkeytyneisyyttä) yhteiskunnassa. Lisäksi maailmassa esiintyisi varmasti tyytymättömyyttä – ihminen on harvoin vallitsevaan asioiden tilaan tyytyväinen. Täytyy myös muistaa energiamurroksen yleiset puitteet. Uusiutuvan energian visio perii modernismin ajan maailman (Orsi 2009), joka oli materiaalisesti epätasa-arvoinen ja edistysaskeleista huolimatta toimintatavoiltaan harvoin kansalaislähtöinen, usein pikemminkin salaileva. Puhtaan uusiutuvan energian, sähköistymisen ja vertaisuuden vahvistumisenkin jälkeen maailma voisi yhä olla jakautunut. Kenties olisi edelleen avoimia, vapaita ja globaalisti suuntautuneita kulttuureja sekä niitä autoritaarisempia ja kansallismielisempiä alueita.

Energiamurros avaa uuden perustan materiaaliselle vauraudelle ja mahdollisuuden heilauttaa taloudellisen epätasa-arvon dynamiikkaa. Pääomilla on kuitenkin tapana keskittyä (Piketty 2016). On mielekästä kysyä, kuinka tuloerojen ja varallisuuden jakautumisen maiden sisällä ja maailmanlaajuisesti käy: avaako energiamurros polkuja taloudellisesti nykyistä tasa-arvoisempiin yhteiskuntiin (Swilling & Annecke 2012) – vai nauttiiko etuoikeutetusta asemasta jatkossakin vain kapea eliitti?<sup>20</sup> Siinäkin tapauksessa, että kansojen väliset jännitteet voisivat helpottua ja materiaallinen vauraus lisääntyisi, ihmiset saattaisivat löytää epätasa-arvon, erilaisuuden ja kateuden lähteitä aivan kuten tähänkin asti. Yleisesti ottaen, voisimme kuitenkin ajatella, että samoin kuin aikaisemmissa energiavallankumouksissa, kuten siirryttäessä höyrykoneista sähköön, ylijäämäenergian kasvu johtaisi laajaan sosiaaliseen, kulttuuriseen ja taloudelliseen muutokseen – ja kenties omalta osaltaan aikaisempaa oikeudenmukaisempaan järjestykseen.

---

19 Neo-Carbon Energy-hanke 2017.

20 Nykyisin maailman 62 rikkainta ihmistä omistaa saman verran kuin köyhempi puolikas maailman väestöstä, eli noin 3,5 miljardia ihmistä. (Yle 2016)

## UUDEN PARADIGMAN KYNNYKSELLÄ

Mikäli lupaus uusiutuvien energialähteiden runsaudesta toteutuu ja energiajärjestelmä kääntyy päällelleen, yhteiskunnat ja niiden eri toiminnot voivat saavuttaa uuden, yhä moniulotteisemman ja hienovirtittyneemmän edistyksen tason, jonka eri osa-alueet tukevat toisiaan. Energiaa ei pidettäisi enää erillisenä sektorina – teknisenä tai taloudellisenä asiana – vaan sillä olisi kulttuurinen ja sosiaalinen merkitys – lähes henkinen ja eksistentiaalinen ulottuvuus kaiken elämän lähteenä. Infrastruktuuri, muodot ja symbolit ympäri maailman heijastelisivat kansalaisten uutta tietoisuutta heidän elinympäristöstään – ne nivoutuisivat asumiseen, työhön, vapaa-aikaan, liikkumiseen, viestintään sekä näkyisivät yhteisöjen toiminnassa, henkilökohtaisina kiinnostuksen kohteina ja uudenlaisina arvoina. Yhteiskunnat pystyisivät säilymään planetaaristen rajojen (Steffen et al. 2015) sisällä päästöttömän energian, sähköistymisen, materiaalien kierrätyksen ja uuden tietoisuuden ansiosta.

Yhdessä nämä tekijät voisivat muokata koettua todellisuutta ja sitä, miten ihmiskunta näkee paikkansa maailmassa. Samalla avautuisi mahdollisuuksia uusien toimintatapojen ja innovaatioiden laajamittaiseen käyttöönottoon. Syntyisi uudenlainen tietoisuuden taso, missä ihmiset ovat yhteydessä ja kommunikoiivat jatkuvasti keskenään, osallistuvat yhteisen kulttuurin luomiseen ja uusien merkitysten etsimiseen. Ajatus uusiutuvaan energiaan nojaavasta energiajärjestelmästä, aurinko- ja tuulienergian yhä hajautetummasta tuotannosta sekä uusista energiantuotannon periaatteista, joilla nykyinen polttamisen ajan infrastruktuuri korvattaisiin käytännössä kokonaan, onkin paradigman muutokseen rinnastettava ajatus (Kuhn 1994).

Mahdollisuuksien ikkuna uuden suunnan ottamiseksi ihmiskunnan energialaivalle on nyt avautumassa. On myös huomioitava, että uuden energiajärjestelmän vetovoima vain kasvanee, kun sen periaatteet tulevat nykyistä tunnetummiksi ja yhä useammasta kansalaisesta tulee energian tuottaja. Vision toteuttamiseksi tarvitaan aktiivisia ja proaktiivisia – jo tapahtuneeseen reagoivien sijaan tulevaa ennakoivia – edellä tarpovia ja tietä raivaavia pioneereja. Energiamarkkinoiden rakenne muuttuu radikaalisti tämän vision myötä. Tarvitaan myös tarinoita, joiden kautta visio avautuu. Tyypillisesti sellaiset tarinat voidaan tehdä osana skenaarioita – tulevaisuuden käsikirjoituksia. Näistä kerromme tarkemmin luvuissa 4 ja 5.

Seuraavassa luvussa kuvailemme aurinko- ja tuulienergian maailmanlaajuisista esiinmarssia, varasointiteknologioiden näkymiä tulevaisuuden energiajärjestelmässä sekä kuinka kuvattu energiajärjestelmä toimii.

### Kysymyksiä pohdittavaksi:

- Millä tavalla tässä luvussa esitetty visio eroaa muista energia-alalla esitetyistä visioista?
- Miten eri etupiirien intressit voidaan saada mukaan yhteen yhteiseen visioon?
- Mitä eettisiä näkökohtia liittyy visioon luonnonresurssien louhimiseen muilta planeetoilta?
- Mitkä ovat mielestäsi olleet tärkeimpiä tekijöitä vertaisuuden periaatteen edistämässä?
- Missä asioissa voisimme ottaa käyttöön lisää vertaisuusperiaatetta?

## AVAINLÄHTEITÄ JA LUKUSUOSITUKSIA

Bauwens, Michel (2007) The Peer To Peer Manifesto: The Emergence of P2P Civilization and Political Economy. Master New Media 3.11.2017. [http://www.masternewmedia.org/news/2007/11/03/the\\_peer\\_to\\_peer\\_manifesto.htm](http://www.masternewmedia.org/news/2007/11/03/the_peer_to_peer_manifesto.htm)

Benkler, Yochai (2006) The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom. London: Yale University Press.

Breyer, Christian et al. (2017) On the role of solar photovoltaics in global energy transition scenarios. Progress in Photovoltaics Research and Applications 25 (8): 727–745. <https://doi.org/10.1002/pip.2885>

Brown, Lester (2015). The Great Transition: Shifting from Fossil Fuels to Solar and Wind Energy. W. W. Norton & Company.

Carson, Kevin A. (2016) Techno-Utopianism, Counterfeit and Real (With Special Regard to Paul Mason's Post-Capitalism). Centre for a Stateless Society Paper No. 20. <https://c4ss.org/wp-content/uploads/2016/02/TechnoUtopiaPDF1.pdf>

Heinonen, Sirkka – Kuusi, Osmo & Minkkinen, Matti (toim.) (2018) FUTURA -lehden teemanumero ”Seuraavat sata vuotta” 1/2018. Tulevaisuuden tutkimuksen seura. Helsinki.

Kelly, Kevin (1997) New Rules for the New Economy. Wired, 5.9.1997. <https://www.wired.com/1997/09/newrules/>

Kuhn, Thomas S. (1994) Tieteellisten vallankumousten rakenne. Suomentanut Kimmo Pietiläinen. Helsinki: Art House. Alkuperäisjulkaisu 1962.

Naam, R. (2011) Smaller, cheaper, faster: Does Moore's law apply to solar cells? Scientific American, <http://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/smaller-cheaper-faster-does-moores-law-apply-to-solar-cells/>

Neo-Carbon Energy -tutkimushankkeen avaintulokset, <https://urly.fi/WDs>

Perez, Marc & Perez, Richard (2015) Update 2015 – A Fundamental Look at Supply Side Energy Reserves for the Planet. IEA-SHCP-Newsletter Vol. 62, Nov. 2015. Draft <http://asrc.albany.edu/people/faculty/perez/2015/IEA.pdf>

Piketty, Thomas (2016) Pääoma 2000-luvulla, Suomentanut Ollila, Marja & Tillman-Leino, Maarit. Helsinki: Into Kustannus. Alkuperäisjulkaisu 2013.

Rifkin, Jeremy (2011) The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World. Palgrave MacMillan, New York.

Schwartz, Peter (1996) The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World. Crown Publishing Group.

Sen, Amartya (1999) Development as freedom. Oxford University Press, Oxford.

Steffen, Will et al. (2015) Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science 347: 6223. <http://www.sciencemag.org/content/early/2015/01/14/science.1259855>

World Wind Atlas. DTU and World Bank. <https://globalwindatlas.info/>

World Solar Atlas. <http://globalsolaratlas.info/>

### 3. AURINKO- JA TUULIENERGIAN SEKÄ UUSHIILISYYDEN ESIINMARSSI

Tässä luvussa kuvataan periaatteet tulevaisuuden energiajärjestelmästä, joka perustuu enenevästi aurinkoenergian, tuulienergian ja energian varastointiteknologioiden hyödyntämiseen. Tulevaisuuden energia tulee olemaan pääosin sähköä alenevien kustannusten ja energiatehokkuuden ansiosta. Uusiutuvaa energiaa tuottavien kansalaisten ja yritysten apuna ovat avoin data, avoimet rajapinnat, hallintajärjestelmät ja tietoverkot sekä älykkäät sähkölaitteet ja sähköistetty liikenne. Sen sijaan, että käsittelemme hiiltä pelkästään haitallisena aineena, voimme käyttää sitä myös raaka-aineena kestäväällä tavalla. Yhdessä nämä periaatteet tekevät tulevaisuuden energiajärjestelmästä hiilineutraalin.





Kuva: Miia Törmänen

**“Muutoksen salaisuus piilee siinä, että keskittää kaiken energiansa uuden luomiseen, vanhasta kiinnipitämisen sijaan.”**

**Sokrates**



## AURINKO- JA TUULIENERGIA ASTUVAT VALOKEILAAN

Aurinkopaneelien hinta on pudonnut yhteen sadasosaan siitä, mitä ne maksoivat 1970-luvulla. Samalla niiden tehokkuus on kehittynyt<sup>21</sup>. Aurinkosähköstä on nopeasti tullut kaikkein edullisin sähkön tuotantomuoto suuressa osassa maailmaa<sup>22</sup>. Aurinkoenergiaa on monin paikoin saatavilla runsaasti<sup>23</sup> ja kyse on yksinkertaisesta teknologiasta, joka on suhteellisen helppo oppia. Aurinkosähköä voidaan tuottaa mökeillä, kotitalouksissa, talojen katoilla sekä suurina aurinkopuistoina. Kelluvia aurinkovoimaloita on jo Japanissa ja Kiinassa – kyse on erittäin modulaarista teknologiasta. Aurinkoenergian hinnan ennakkoidaan edelleen laskevan ja hyötysuhteen entisestään paranevan.

Vuonna 2017 maalle rakennettavien tuulivoimaloiden tuottama sähkö oli ensimmäistä kertaa edullisin sähkön tuotantotapa Suomessa – ja maksoi enää kolme eurosenttiä kilowattitunnilta (kWh) (Vakkilainen & Kivistö 2017). Tuulivoima on sekin modulaarinen teknologia ja sitä voidaan tuottaa lähes kaikkialla – kotitalouksissa, yhteisöissä, osuuskunnissa – nykyisin yhä enemmän suurina tuulipuistoina. Merelle rakennettavat tuulivoimalat yleistyvät. Euroopassa tuulivoima on halvinta uutta sähköntuotantokapasiteettia<sup>24</sup>. Aurinkoenergian kasvuvauhti on maailmalla kaksi kertaa nopeampaa kuin tuulienergian, koska se on modulaarisempaa, helppokäyttöisempää ja vielä tuulivoimaakin haljautetumpaa.

## OMATUOTANTO JA EDELLÄKÄVIJYYS OVAT VIITOITTANEET TIETÄ

Omatuotannon ja edelläkävijyyden ajatuksilla on ollut merkittävä rooli uusiutuvan energian alan historiallisessa kehityksessä. Paikalliset kansalaisliikkeet ovat edistäneet aurinkoenergiaa Saksassa 1970-luvulta lähtien. Kuluttajat, energiaosuuskunnat ja maanviljelijät ovat lisäksi keskeinen osa Saksan energiakäänteeseen (*Energiewende*) tarinaa. Energiaosuuskunnat edistivät merkittävästi tuulivoiman käyttöönottoa myös Tanskassa, joskaan pientuulivoima ei enää ole valtavirtaa samalla tavalla kuin ennen alan kaupallistumista. Suomessa hyvä esimerkki energia-alan kehittymisestä on maalämpö- ja ilmalämpöpumppujen yleistymisen, mitä kansalaisten oma-aloitteisuus ja esimerkiksi keskustelufoorumien neuvot ovat edesauttaneet (Lauttamäki 2018)<sup>25</sup>.

21 Aurinkosähkön teoreettinen maksimitehokkuus on 86 %, paras laboratoriohyötysuhde tällä hetkellä on 46 %, ja parhaiden markkinoilla olevien aurinkopaneelien hyötysuhde nyt noin 20 %.

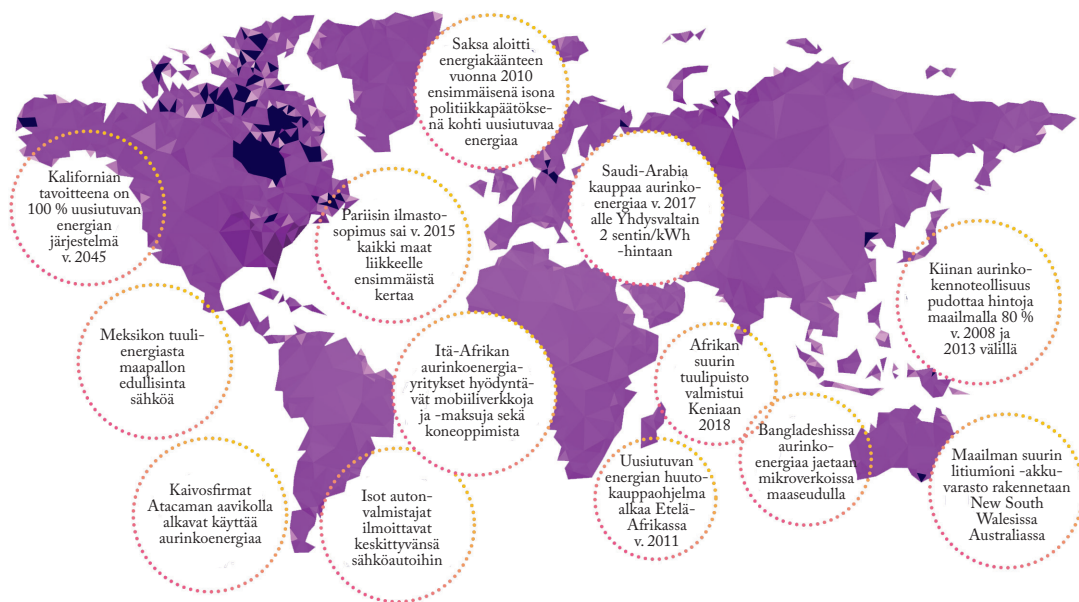
22 Aurinkopaneelilla (*solar photovoltaics, PV*) tuotettavan sähkön lisäksi voidaan käyttää keskitettyä aurinkovoimaa (*concentrated solar power, CSP*). Sitä käytetään esimerkiksi Etelä-Afrikassa sekä Marokon Noor-projektissa. Marokko on ilmaissut haluavansa olla aurinkovoimassa sitä, mitä Saudi-Arabia on öljyssä.

23 Uusiutuvat energianlähteet eivät toki ole täysin tasaisesti hyödynnettävissä. Aurinko paistaa enemmän lähellä päiväntasaajaa, tuulioolosuhteet ovat paremmat eri osissa maapalloa ja biomassaa voidaan käyttää kestävästi vain tiettyyn rajaan asti. Esimerkiksi Suomessa, missä on ryhdytty etsimään mahdollisuuksia biopohjaisiin ratkaisuihin, metsän hyödyntäminen onnistuu vain siten, että metsää hyödynnetään kestävästi, jotta varmistetaan metsien rooli hiilinieluna hiilidioksidia sitomassa.

24 Tuulivoiman hinnanalennus johtuu kasvaneesta yksikkökoosta, alentuneista käyttö- ja kunnossapitokustannuksista sekä pidentyneestä huipunkäyttöajasta. Tuulivoimaloiden käyttöaste kasvoi viidessä vuodessa noin kahdeksan prosenttia. ”Mitä korkeammalle tuulivoimalan lapa nousee, sitä enemmän voimala tuottaa” kirjoitti Yle 23.5.2018.

25 Niin kutsutun geoenergian hyödyntämisen kehitys Suomessa on esimerkki monipuolisten vaikuttimien merkityksestä: kansalaisten oma-aloitteisuuden lisäksi energiamarkkinoiden muutos, geoenergian kustannustehokkuus sekä palvelutarjonnan parantuminen ovat edesauttaneet sen suosion kasvua.

Kauaskatseinen politiikanteko on tukenut uusiutuvan energian alkutaivalta. Saksa panosti huomattavasti aurinko- ja tuulienergian käyttöönottoon 1990- ja 2000-luvuilla. Liittovaltio tuki aurinkoenergian edistämistä ensin 1 000 katon pilottiohjelmalla ja myöhemmin 100 000 katon ohjelmalla. Tämän lisäksi aurinkoenergian käyttöönottoa tuettiin teknistä, liiketaloudellista ja markkinointiosaamista kehittämällä. Kattoasennusten standardiratkaisut kehittyivät ja lupakäytännöt suoraviivaisuuksiin (Heiskanen et al. 2017). Maailmalla moni maa asetti Saksan esimerkkiä seuraten uusiutuvan energian teknologioilla tuotetulle sähkölle takuuhinnan eli niin kutsutun syöttötariffin. Saksan esimerkki edisti aurinkoenergia-alan syntyä myös Kiinassa (Huang et al. 2016). Kun aurinkopaneelien sarjatuohtanto pääsi siellä toden teolla käyntiin, vuosina 2008–2013 aurinkoenergian maailmanmarkkinahinnat laskivat peräti 80 prosentilla. Samalla uusiutuvan energian teknologioiden tuntemus lisääntyi.



Kuva 2. 2010-luvulla on tapahtunut uusiutuvien energianlähteiden käyttöönotossa monia edistysaskeleita. Lähde: Neo-Carbon Energy.

2010-luvun puoliväli on ollut uusiutuvan energian esiinmarssia. Aurinkoenergia alitti useissa maissa sähköverkosta saatavan sähkön hinnan ja asennusten takaisinmaksuajat lyhenivät jatkuvasti. Ensin aurinko- ja tuulivoiman kustannukset laskivat fossiili- ja ydinsähkön tasolle ja sen alle Intiassa, Kiinassa ja Yhdysvalloissa. Sitten Chilessä huutokaupattiin aurinkosähköä elokuussa 2016 alle kolmella sentillä kilowattituntia kohden<sup>26</sup>. Vuonna 2017 päästiin jälleen uusiin ennätyslukemiin – ensin aurinkosähkön osalta Saudi-Arabiassa ja sen jälkeen tuulivoiman osalta Meksikossa – nyt hinta oli jo alle kahden sentin kilowattituntia kohden.

Aurinko- ja tuulivoimaloiden investoinnit ovat aina huomattavasti pienempiä kuin esimerkiksi ydinvoimaloiden tai hiilivoimaloiden rakentaminen. Toisin kuin perinteisten voimaloiden, niin

<sup>26</sup> Uusi hiilivoima oli samassa huutokaupassa noin tuplatan kalliimpaa (Bloomberg 2016).

aurinko- ja tuulivoimaloiden valmistuessa niiden käyttö on edullista – lähes ilmaista. Teknologiat eivät ole kehittyneet nykyasemaansa omin avuin: niitä on tutkittu, niiden käyttöönottoa helpotettu ja taloudellisestikin tuettu. Esimerkiksi uuden tuulivoiman rakentaminen on saanut Suomessa tuotantotukea, joskin nyt ollaan siirtymässä yhä markkinaehtoisempaan tuotantoon<sup>27</sup>. Tulevaisuudessa aurinko- ja tuulisähkö eivät välttämättä tarvitse pärjätäkseen enää taloudellisia tukia. Öljy-, hiili- ja turvevoimaloissa iso osa tuotantokustannuksista tulee polttoaineista. Tämä tulee jatkossa heikentämään voimakkaasti niiden kilpailukykyä verrattuna aurinko- ja tuulivoimaan, joiden investointikustannukset ovat pienempiä ja tuotantokustannukset lähes olemattomia.

## KULUTTAJAT OVAT TUOTTAJIA ENERGIAN INTERNETISSÄ

Meillä on pitkään ollut käytössämme yksisuuntainen energiajärjestelmä eli keskitettyihin voimalaitoksiin nojaava energiantuotannon rakenne. Jotta uusiutuvista energialähteistä voidaan hyötyä maksimaalisesti, tarvitaan nykyisen sähköverkon korvaavaa energian internetiä – älykästä, reagoivaa ja hajautettua energian ja tiedon verkkoa. Energian internet olisi uusiutuvan energian jakamiselle sitä, mitä internet oli tiedon jakamiselle<sup>28</sup>. Se muistuttaa älykästä sähköverkkoa (*smart grid*), jossa siinäkin tieto- ja viestintäteknikkaa käytetään sähköverkon toimintojen ja energioresurssien dynaamiseen optimointiin. Energian internet on ajatuksena kuitenkin älykästä sähköverkkoa laajempi ja kokonaisvaltaisempi: siinä uusiutuva energia virtaa monisuuntaisesti digitaalisen vallankumouksen ja suurten tietomassojen (*big data*) tukemana. Sitä vastoin älykäs sähköverkko ei sinänsä vaadi toimiakseen hajautettua tuotannon rakennetta (Boucher 2015). Energian internetissä kaikki laitteet kommunikoivat ympäristönsä kanssa ja keskenään. Siinä energiaa tuotetaan, jaetaan ja hallitaan hajautetun logiikan mukaisesti ilman keskitettyä valvontaa. Kansalaiset ja yritykset syöttävät uusiutuvalla energialla tuotetun ylijäämäenergiansa energiaverkkoon ja energiaa varastoidaan paikallisesti rakennuksissa ja läpi infrastruktuurin erilaisilla varastointiteknikoilla.

Energian internetin ajatus on läheisessä yhteydessä esineiden internetiin (*internet of things, IoT*). Esineiden internet tarkoittaa laitteita ja esineitä, joissa on internetyhteys ja anturit. Energian internetissä kaikki sähkölaitteet ovat yhteydessä toisiinsa ja viestivät ympäristönsä kanssa esineiden internetin avulla. Tulevaisuudessa kaikki teknologia on pilvessä ja kaikilla laitteilla kodinkoneista autoihin on oma IP-osoitteensa, minkä avulla koko energiajärjestelmää voi hallita joustavasti. Energian internet ei viittaakaan vain sähköverkon toimintaan vaan käsittää kaiken energian tuotannosta jakeluun.

*”Älykäs energiaverkko käsittää lähes kaikki elämän osatekijät. Kodit, toimistot, tehtaat ja ajoneuvot kommunikoivat jatkuvasti keskenään, jakavat tietoa ja energiaa, vuorokauden ympäri.”*

*Jeremy Rifkin, yhdysvaltalainen tieteen- ja teknologiantutkija*

27 Taitevaiheessa tuulivoimayritysten saamat tuet herättivät Suomessa paljon porua. Sittenmin päätettiin, että Suomessa syöttötariffijärjestelmään ei oteta enää uutta tuotantoa.

28 Tässä luvussa lähteenä käytetty Juho Ruotsalaisen tekstiä ”Internet of energy – beyond the smart grid” (Ruotsalainen 2016).

## Älykäs sähköverkko energian internetin kivijalkana

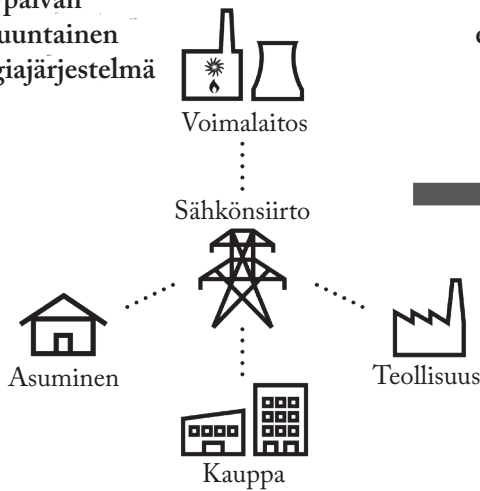
Useimpien älykkään sähköverkon määritelmien mukaan sen keskeinen elementti on digitaalisen prosessoinnin sekä tieto- ja viestintäteknologioiden käyttö sähköverkon toiminnassa. Tämä tekee datavirrasta ja tiedon hallinnasta älyverkon edellytyksen. Energiankulutusta, -tuotantoa ja järjestelmän eri osasia tasapainotetaan etäohjauksen, -mittauksen ja apuohjelmien avulla. Tästä kaikesta on apua erityisesti sähkön huippukysynnän aikana. Samoja järjestelmiä voidaan käyttää sähköverkon varastointikapasiteetin, energiatuotannon ja kunnossapidon optimointiin. Näitä periaatteita voidaan soveltaa myös sähkölaitteiden toiminnassa.

Niin kutsuttu kysyntäjousto on keino edistää energiajärjestelmän resurssitehokkuutta huonontamatta käyttäjien olosuhteita. Pääasiallinen tarkoitus on pienentää tehontarvetta energiajärjestelmässä, kun energiaa kulutetaan paljon. Kun energian kysyntä joustaa, hetkellistä kulutusta voidaan pienentää tai siirtää kulutusta ajankohtaan, jolloin tehoa on saatavilla paremmin, halvemmin ja vähäpäästöisemmin. Aurinko- ja tuulivoiman tuotantohuippujen aikana energiaa voidaan varastoida esimerkiksi talojen rakenteisiin, vesivaraajiin ja sähköautojen akkuihin. Samaten energiankäyttöä voidaan optimoida todellisen tarpeen mukaiseksi. Sähkön ja lämmön kysyntäjousto vähentää kalliiden huippuvoimaloiden käytön tarvetta. (Airaksinen et al. 2017).

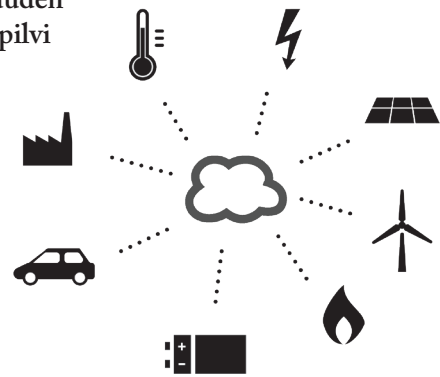
Jos internet viestintäteknologiana on voimaistanut kansalaisyhteiskunnan, energian internet luo uuden yhteistyön mallin energiajärjestelmään (Wu et al. 2015). Energian internet voi mullistaa koko taloutemme ja elämäntavat. Se on kuin pilvi, jossa kaikki laitteet kohtaavat. Kuluttaja hyödyntää teknologioita, mutta voi itse enenevästi vaikuttaa energiankulutukseen valinnoillaan. Kodeissa esimerkiksi pyykin pesemisestä tulee kannattavaa aurinkoisina päivinä, kun aurinkopaneelit tuottavat maksimaalisesti sähköä. Sähköverkosta ladattavat sähköautot nekin tasaavat energiantuotannon vaihteluita. Sähköauton voi antaa latautua työpäivän aikana tai öisin, jotta se on valmis seuraavaan ajoon. Nämä periaatteet muovaavat energia-alaa ja sähkömarkkinoita jo nyt (IEA 2015; Salovaara et al. 2016). Suomessa energiaa kuluu lisäksi merkittävästi lämmitykseen. Suomi on nousemassa edelläkävijäksi kaukolämpöverkon avaamisessa kansalaisille ja kuluttajille, jotta kuluttaja voi antaa oman hukkalämpönsä muiden käytettäväksi.

Energian tuhlaus ylipäättään vähenee, kun avainasemaan nousee sähkö. Fossiilisia polttoaineita ei enää polteta sähkön tuottamiseksi. LED-teknologiaan pohjaavat valaisimet ovat käytännössä ikuisia – ne korvannevat muut valaisintyytit lähes kokonaan seuraavassa kymmenessä vuodessa. Keittiöissä keraamiset ja induktioliedet ovat jo korvanneet perinteisen valurautilieden. Energiatehokkuus on myös liikenteen sähköistämisen merkittävä ajuri, sillä auton sähkömoottori on huomattavasti dieselmoottoria energiatehokkaampi. Bensiinikäyttöinen auto on tehoton: se muuttaa vain 15–20 % energiaa liikkumiseen ja muu polttoaineena käytetyn bensiinin varastoima energia hukataan lämpönä. Sähköautot kykenevät muuntamaan 80–85% akkujen varastoimasta sähköstä liike-energiaksi. Siksi sähköauto on viisi kertaa tehokkaampi kuin bensiinikäyttöinen auto.

Nykyvään yksisuuntainen energiajärjestelmä



Tulevaisuuden energian pilvi



Kuva 3. Vertaisuuteen pohjaava energian internet, jota voidaan kutsua myös energian pilvipalveluksi. Lähde: Neo-Carbon Energy.

## KOHTI SÄHKÖISTÄ LIIKENNÄTÄ

Ensimmäisen sähköauton rakentajana on pidetty amerikkalaista Thomas Davenportia vuoden 1835 tienoilla. Sähköautot olivat lupaavassa asemassa autoteollisuuden alkuaikoina: vuoteen 1900 mennessä ne olivat niin suosittuja, että New Yorkissa kolmannes autoista oli sähköautoja tai sähköllä toimivia takseja. Kaikki kuitenkin muuttui, kun Henry Ford esitteli bensiinikäyttöisen T-mallinsa vuonna 1908 ja sai sen massatuotantoon. Edullisen öljyn myötä valtaosa autoista alkoi käyttää bensiiniä ja sähköautot unohtuivat<sup>29</sup>. Nyt sähköinen liikenne tekee uutta tulemistaan. Useissa teknologiavisioidissa uudet autot ovat älykkäitä ja lähes kaikki uudet autot sähkökäyttöisiä. Suomessakin on alkanut vilkas keskustelu sähköajoneuvojen lisäämiseksi (esim. LVM 2018).

Ensimmäisenä odotetaan sähköisten henkilöautojen yleistymistä. Kevyiden sähköajoneuvojen myynnin toivotaan jo 2020-luvulla laskevan raakaöljyn kysyntää huomattavasti. Useat autonvalmistajat ovat jo ilmaisseet sitoutumisensa sähköautoliikenteen edistämiseen<sup>30</sup>. Latauspisteitä tarjotaan arkisen kaupassakäynnin yhteydessä.<sup>31</sup> Nämä toimet vauhdittavat julkisen latausinfrastruktuurin kehittämistä. Erään arvion mukaan sähköautojen vuosittainen tuotantomäärä voisi lisääntyä vuoden 2017 kolmesta miljoonasta 26–36 miljoonaan sähköautoon vuoteen 2030 mennessä. On arveltu, että sähköautojen myynti voisi maailmanlaajuisesti ohittaa bensakäyttöisten ajoneuvojen myynnin vuonna 2037. Kiinan nähdään olevan avainasemassa sähköisen liikenteen edistämässä, mutta myös Euroopalla ja Pohjois-Amerikalla tulee olemaan merkittävä rooli (McKinsey 2018). Bussiliikenne voi sähköistyä niin, että vuonna 2040 jo 80 prosenttia julkisesta bussiliikenteestä ympäri maailmaa

29 T-malli mullisti autoteollisuuden liukuhihnatuotannollaan: siitä tuli ensimmäinen auto, jota rakennettiin yli miljoona kappaletta, arvioiden mukaan lopulta peräti 15 miljoonaa (Alizon et al. 2009). Polttoaineeksi oli suunniteltu käytettävän bioetanolia tai etanolia (Rosillo-Calle & Walter 2006).

30 Volvon kaikki uudet automallit ovat joko sähköisiä tai hybridejä (Talouselämä 2018).

31 K-ryhmä ilmoittaa perustavansa sähköautoille latausverkoston yli 70 toimipisteeseensä 2019 loppuun mennessä ja käynnistävän oman yhteiskäyttöautopalvelun (HS 5.6.2018).

olisi sähköistettyä (Xinhuanet 2017; Jackson 2018). Useat maat ovat ilmoittaneet suunnitelmistaan luopua asteittain bensiini- ja dieselajoneuvojen myynnistä. Lisäksi akkuteknologian kehitys ja kuluttajien kiinnostus tukevat liikenteen sähköistymistä.

Vaihtoehtojen kirjo on laaja, kun liikkuminen ymmärretään yhä enemmän palveluna ja matkaketjuina, ja nuorten asenteet autoiluun ovat muuttumassa. Liikkumisessa yleistyvät auton jakamispalvelut kuten yhteiskäyttö- ja kortteliautot tai tarpeen vaatiessa vuokraus. Sähköautot ja itseajavat autot tehostavat energiajärjestelmää, mutta eivät ratkaise liikenneuhkia. Tarvitaan myös sähköistettyä joukkoliikennettä, esimerkiksi robotisoituja sähköbussuja. Sähköisiä lauttoja on jo nyt – Järvi-Suomen vesireiteillä nähtäneen tulevaisuudessa joukko kevyitä sähköisiä sisävesiproomuja!<sup>32</sup> Tämä muuttaisi energiamuotojen kulutusta ja jakeluverkostoa keskisessä Suomessa. Kenties 100 vuoden päästä maailmassa ei ole autojakaan vaan sähköisiä liikkumisrobotteja?

Kuluttajien puolesta lentoliikenteen sähköistämiseksi olisi kasvava kysyntä. Kuluttaja kokee ahdistusta työmatkojensa hiilijalanjäljestä tai joululomasta Kaakkois-Aasiassa, joka kasvattaa huomattavasti kotitalouksien vuosipäästöjä. Tästä syystä Ruotsi otti vuonna 2018 käyttöön lentoveron. Lentoliikenteen energiatehokkuuden kehitys ei tule yksin torjumaan ilmailualan päästöjä; lentoliikenteen määrän on ennustettu tuplaantuvan vuoteen 2030 mennessä. Lento- ja rahtiliikenteessä voidaan käyttää sähkön avulla valmistettuja synteettisiä polttoaineita. Sähköistymiseen pohjaava teknis-taloudellinen murros voi vaikuttaa myös lentokonevalmistajien miljardien suuruisiin kalustohankintoihin ja investointeihin<sup>33</sup>. Liikennealan sähköistämisellä on mahdollista luoda uudet uusiutuvia energianlähteitä hyödyntävät markkinat. Samalla helpotetaan vaihtelevan uusiutuvan energian tuotannon osuuden kasvattamista.

## Energian varastointiteknologioiden kysyntä kasvaa

Uusiutuvan energian vaihteleva tuotanto lisää varastointiteknologioiden kysyntää, sillä ne lisäävät huomattavasti energiajärjestelmän joustavuutta. Ilmeisin on energian varastointi akkuihin, jotka ovat hyvin modulaarista teknologiaa sekä pienessä että isossa mittakaavassa. Sähköautot nähdään tulevaisuudessa edullisimpana liikkumisen muotona akkuteknologian kehittymisen ansiosta. Akkujen määrän kasvu luo tarpeen myös akkujen kierrätykselle sekä uudelleenkäytölle. Litiumakkuihin verrattuna grafeenin käyttöönotto materiaalina nopeuttaisi akkujen lataamista ja varausta entisestään. Toinen kehitteillä oleva teknologia käyttää litiumia ohutkalvona. Akuista tulisi entistä kevyempiä ja turvallisempia, eikä tarvitsisi pelätä litiumakkujen räjähtämisherkkyttä. Sinkin ja ilman yhdistelmään, suprajohteisiin ja polttokennoihin perustuvat uudet akkuteknologiat eivät ole vielä kehittyneet kaupalliselle tasolle (McKinsey 2018).

## UUSIUTUVAN ENERGIAN JÄRJESTELMÄ ON UUSHIILINEN

Lappeenrannan teknillisen yliopiston ja VTT:n tutkimuksissa todetaan, että uusiutuviin energianlähteisiin pohjaava energiajärjestelmä on paitsi teknisesti mahdollinen, todennäköisesti maailmanlaajuisesti edullisin vaihtoehto vähäpäästöisen energiajärjestelmän rakentamiseksi vuoteen 2050

32 Lisäksi tutkimuksen alla on isompiakin aluksia (E-Ferry Project, Tekniikka & Talous 2015; TuV 2018).

33 Vuonna 2018 lentoliikenteen toimijat sopivat vihdoin omista päästötavoitteistaan (ICAO 2018).

mennessä<sup>34</sup>. Sään ennustaminen on eräs energiajärjestelmän perusedellytyksistä. Ensin arvioidaan uusiutuvien energianlähteiden potentiaali paikallisesti ja alueellisesti, ja sen jälkeen valitaan uusiutuvan energian muodot tarkoituksenmukaisesti. On laskettava tuotannon ja tarvittavan varastoinnin määrä eri varastointitekniologioineen, esimerkiksi akkujen ja synteettisten hiilivetyjen avulla. Uusiutuvan energian avulla voidaan veden ja ilmasta otetun hiilidioksidin avulla tuottaa päästöttömästi synteettisiä polttoaineita. Näitä polttoaineita voidaan jakaa ja varastoida olemassa olevaa infrastruktuuria ja teknologioita hyödyntäen. Tällainen tulevaisuuden energiajärjestelmä on kokonaan hiilidioksidineutraali. Järjestelmän peruserätyksiin voi tutustua online-simulaatiossa, jossa kuvataan yksityiskohtaisesti eri energiaressurssien käyttö: [www.neocarbonenergy.fi/internetofenergy](http://www.neocarbonenergy.fi/internetofenergy).

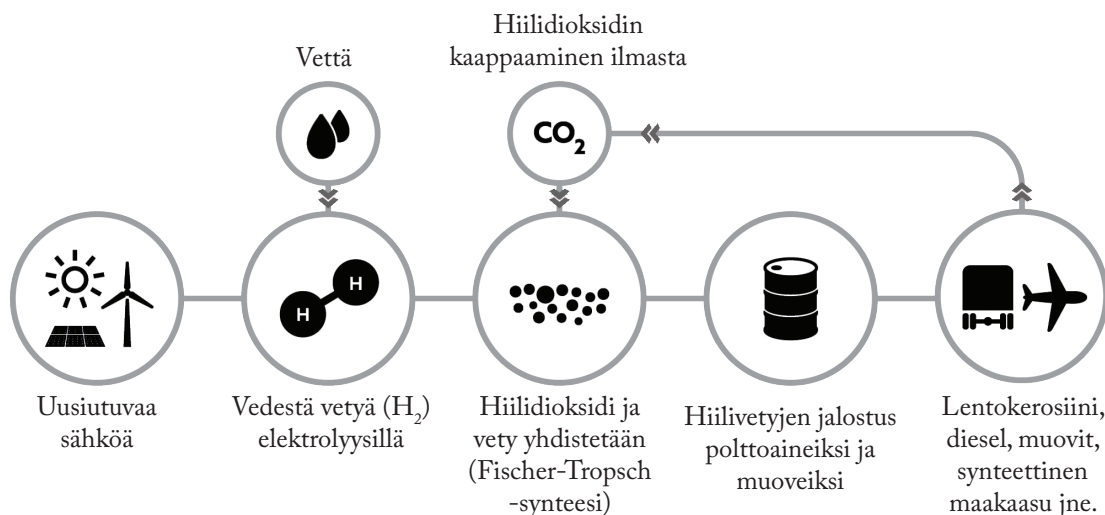
Tällainen energiajärjestelmä on yhä taloudellisempi: 2020- ja 2030-luvuilla aurinko- ja tuulisähkön tuottaminen kannattaa kaikkialla, myös Euroopassa. Aurinko- ja tuulienergian käyttö lisäksi tukevat melko hyvin toisiaan. Esimerkiksi Italiassa aurinkosähköä voidaan tuottaa merkittäviä määriä ympäri vuoden. Brittein saarilla samoin kuin pohjolassa aurinkosähkön tuotanto korostuu kesällä, kun taas tuulisähkö on merkittävässä roolissa talvisin. Ilmeiset rajoitukset sääolosuhteissa on huomioitava: yöllä aurinko ei paista ja tuulettomia päiviä voi olla lukuisia perätysten. Vuodenajoillakin on merkitystä. Kovilla talvipakkasilla Suomeen tuodaan sähköä. Monsuunikaudella sateet laskevat aurinkosähkön tuotantoa esimerkiksi Intiassa ja Kaakkois-Aasiassa. Tällaiselle järjestelmälle ei yhtäältä ole teknisiä esteitä ja tuotanto on taloudellisesti kannattavaa.

Uusiutuvaan energiaan pohjaavaa energiajärjestelmää voidaan kutsua myös uushiiliseksi energiajärjestelmäksi. Uushiilisytydellä tarkoitetaan suljettua hiilikiertoa eli hiilen talteenoton ja hyödyntämisen (*carbon capture and utilisation, CCU*) kaltaisia toimintamalleja. Ne ovat prosesseja tai uusia tekniikoita, joissa hiiltä käytetään taloudellisessa toiminnassa tai teollisissa prosesseissa, eikä sitä vapauteta ilmakehään. Hiiltä ei varastoida kuten hiilidioksidin talteenotossa ja varastoinnissa (CCS). Sen sijaan siis, että näkisimme hiilen vain haitallisena aineena, uushiilisessä taloudessa voimme käyttää sitä raaka-aineena tai lähteenä. Kun uusiutuvalla energialla tuotettua sähköä muunnetaan hiilivedyiksi, tuotetaan hiilivetyjä kestävästi. Sähkön muuntamista eri käyttötarkoituksiin kutsutaan myös power-to-X-teknologiaksi. Järjestelmän ainesosat ovat sähkö, vesi ja ilma: vetyä elektrolysoidaan vedestä ja hiilidioksidista, joka on otettu talteen joko ilmasta tai prosessikaasuista.

Uushiilisessä energiajärjestelmässä vetyä syntetisoidaan hiilivedyiksi – esimerkiksi synteettisiksi polttoaineiksi. Lähes kaikki öljypohjaiset tuotteet – kemikaalit, muovit, lannoitteet tai jopa elintarvikkeet – voidaan tuottaa synteettisen hiilivedyn avulla. Teknologian on arvioitu muuttuvan kannattavaksi 2030-luvulla. Siitä tulee olemaan valtavasti apua aloilla, joita muuten on vaikea saada päästöttömäksi. Varastointi synteettiseen maakaasuun tarjoaa lisävaihtoehdon energian kausittaiseen joustavaan varastointiin. Samalla hyödynnetään olemassa olevia fossiilisen energian loppupään infrastruktuureja ja tuotantoprosessien periaatteita. Ilman sähkön muuntamista hiilivedyiksi Pariisin ilmastositimuksen tavoitteiden saavuttaminen olisi toiveajattelua.

---

34 On arvioitu, että aurinko- ja tuulivoimaan perustuva energiajärjestelmä voisi tarjota hiilivapaata voimaa jopa 50 prosenttia alhaisemmilla tuotantokustannuksilla kuin kilpailevat vähähiiliset energiavaihtoehdot, uusi ydinvoima ja hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (CCS). Aurinkoon, tuuleen ja kaasun tasapainottamiseen kestävästi perustuva sähköjärjestelmä voi olla jopa 20 prosenttia edullisempi kuin yhdistelmä uutta ydinvoimaa ja kaasuvoimaloita (Agora Energiewende 2014).



Kuva 4. Uushiilisessä energiajärjestelmässä energiaa tuotetaan pääasiassa aurinko- ja tuulivoimalla ja varastoidaan akkuihin ja synteettisiin hiilivetyihin.

Lähde: Neo-Carbon Energy ja Soletair.

## ILMASTA RUOKAA!

Asiat voivat kehittyä nopeastikin. Uusiutuvalla energialla tuotetulla sähköllä, ilmasta erotetulla hiilidioksidilla ja mikro-organismeilla voidaan tuottaa proteiinipitoista ruokaa ilman viljelysmaata tai karjankasvatusta. Ympäristöystävällinen menetelmä voi tulevaisuudessa korvata perinteistä maatalouden ruoantuotantoa, sillä maataloussektori on globaalisti energiasektorin jälkeen toiseksi suurin kasvihuonekaasujen tuottaja. Maapallolla viljelymaata otetaan käyttöön raivaamalla metsää samaan aikaan, kun maailman väkiluku ja ruoantarve kasvavat. Tutkijoiden laskelmien mukaan prosessin maankäytön hyötysuhde on kymmenkertainen maanviljelyyn verrattuna ja satakertainen lihantuotantoon verrattuna. Vain kaksi vuotta varsinaisen tutkimuksen jälkeen suomalainen Solar Foods -yritys työskentelee menetelmän kaupallistamiseksi ja tuotanto on nyt käynnistymässä.<sup>35</sup> Näin lyhyt matka voi olla tieteiskuvitelmana pidetystä konkreettiseen toteutukseen.

## Ottaako uusi energiamaailma oppia menneisyyden erheistä?

Aurinko- ja tuulipuistot eivät ole niin kompleksisia megaprojekteja kuten kiistanalaiset suurpadot<sup>36</sup>, mutta ongelmia voi syntyä, mikäli eri osapuolet eivät vakuutu niiden hyödyistä. Saharan peittävät aurinkopuistot voisivat tuottaa sähköä Pohjois-Afrikkaan – ja kenties Eurooppaan, mutta viisioiden esteenä on alueen epävakaa poliittinen ilmapiiri. Afrikan suurin tuulivoimapuisto Turkana-järvellä Keniassa tuottaa merkittävän osan koko maan sähköntarpeesta. Hanke vaati vuosien

35 Lähestymistapa määrittää uudelleen ruoantuotannon perusteet (ks. VTT 2017; 2018).

36 Vesivoiman lisääminen kestävästi on haastavaa. Kiinassa vuonna 2001 valmistunut Kolmen rotkon pato pakotti 1,5 miljoonaa ihmistä jättämään kotinsa. Etiopian Niilille suunnittelema Suuri renessanssipato (*Great Renaissance Dam*) vaikuttaisi maatalouteen niin joen yläjuoksulla Itä-Afrikassa kuin alajuoksulla Egyptissä. Kongo-joelle vuosikymmeniä suunniteltua Inga-patoa pidetään paitsi kalliina ja suuruudenhulluna, se vaarantaisi trooppisen alueen uniikin biodiversiteetin.



vakuuttelua sen mielekkyydestä, hyväksyttävyydestä ja hyödyistä. Syntyi uusia työpaikkoja sekä valituksia. Maankäyttö ja -omistus ovat herkkiä ja hankalia kysymyksiä ympäri maailman<sup>37</sup>. Uusiutuvan energian visioiden edistäjät voivatkin ottaa oppia fossiilisen energiantuotannon erheistä (Westenberg & Kuai 2018). Eräät tuulivoimayhtiöt maailmalla ovat ottaneet paikalliset lähiseudun asukkaat osaomistajiksi parantaakseen hankkeiden paikallista hyväksyttävyyttä. Osakkuus muodostaa kiinteän suhteen paikallisten asukkaiden, hankekehittäjien ja uuden infrastruktuurin välille. Olisiko apua muistakin uusista hallintokäytännöistä, jotta yimby-ajattelu (*yes in my backyard*) saisi tuulta purjeisiinsa?

## MITÄ MUITA KEHITYSASKELEITA TARVITAAN?

Akkujen voimakas kysynnän kasvu ja teknologinen kehitys on jo lisännyt litiumin<sup>38</sup>, koboltin ja harvinaisten metallien kysyntää (Grandell et al. 2016; Bardi 2014; Katwala 2018). Kaivostoiminnan sosiaaliset ja ympäristövaikutukset tulisikin minimoida. Harvinaiset maametallit ja muut kriittiset metallit on kierrätettävä kokonaan tai korvattava muilla materiaaleilla kiertotalouden periaatteiden mukaisesti. Samalla minimoidaan jätteen syntymistä. Tämän seikan lisäksi täytyy muistaa, että energian internetin infrastruktuuri itsessään kuluttaa valtavasti energiaa, kun esimerkiksi datakeskukset tarvitsevat jäähdytystä. Tieto- ja viestintäteknologioiden käytön edelleen laajetessa, laskentatehon ja -nopeuden kasvaessa sekä laajojen tietomassojen käytön yleistyessä, lisääntyy sähkönkulutus. Tietotekniikka saattaa jo vuonna 2025 kuluttaa peräti 20 prosenttia maailman koko sähköntuotannosta (Andrae 2017).

Uusiutuvien energialähteiden hyödyntämisestä liikenteessä vastasivat pitkään lähinnä biopolttoaineet ennen sähkö- ja hybridiautoja. Sen sijaan lämmityksessä ja jäähdytyksessä uusiutuvan energian käyttöönotto on edelleen hidasta. Vuonna 2015 uusiutuvien energialähteiden osuus lämmön kokonaistuotannosta maailmanlaajuisesti oli vain noin 10 prosenttia. Maalämmön ja aurinkolämmön käyttöönottoa on lisätty, mutta isossa kuvassa niiden kasvu on ollut hidasta. Uusiutuvilla energialähteillä on jäähdytyspalveluissa tällä hetkellä vain pieni rooli niiden huomattavista mahdollisuuksista huolimatta (REN 21 2018). Jäähdytykseen tarvittavan energian kysyntä kasvaa ja lisääntyy nopeastikin, jos kuumuus kehitysmaiden kaupungeissa lisääntyy.

Tällaisen monimutkaisen järjestelmän jalkauttaminen vaatii yhteistyötä ja kokeiluja kansalaisten ja eri sidosryhmien kanssa (Lösch & Schneider 2016). Toisaalta, jos järjestelmästä saadaan riittävän joustava, edes perusteellisuus ei tarvitse suurten voimalaitosten tuottamaa perusvoimaa kuten ennen (Vainikka 2016). Nyt kansainvälisellä energia-alalla tarvitaan ryhtiliikettä. Keskeiset asiantuntijaorganisaatiot ovat tarkastelleet energiajärjestelmän muutospaineita kapea-alaisesti, uusiutuvien energialähteiden leviämisen mahdollisuuksia on aliarvioitu ja niiden kustannuksia yliarvioitu (DW 2018). Kansalliset viranomaiset eivät aina edes tilastoi aurinko- tai tuulienergian tuotantoa. Kaikki maailman maat käyttävät jo aurinkotekniikkaa, mutta on maita, joissa tuuliressurseja ei ole lainkaan kartoitettu.

37 Ks. Environmental Justice Atlas -tietokanta kuvatuista haasteista.

38 Litiumia tuotetaan maailmalla vain kahdeksassa maassa, ja siitä vastaavat erityisesti Kiina, Australia ja Chile. Vuonna 2017 alalla toimi neljä merkittävää kaivosyriystä: Talison, SQM, Albemarle sekä FMC (McKinsey 2018).

## ASiantuntijat ja tutkijat aallonharjalla – Vanhat skenaariot romuttuvat

Uusi suuri sähköistyminen ja energian internet tulevat nopeammin kuin ajateltiin. Murros tapahtuu sekä yksittäisten teknologioiden että koko energiajärjestelmän tasolla. Saksa kykeni ottamaan käyttöönsä suuria määriä aurinko- ja tuulienergiaa varsin lyhyessä ajassa, vaikka kritiikki onkin kohdistunut energiakäännöksen kustannuksiin ja tempoiluuteen sekä siirtoverkkojen rakentamiseen. On hämmästyttävää, että uusiutuvaan energiaan pohjaavan energiajärjestelmän vaihtoehto kyettiin energia-alalla sivuttamaan näinkin pitkään. Nyt moni myytti tulee murtumaan.

Alan asiantuntijoiden parissa uuden tieteellisen tiedon tuoma ajattelu onkin herättänyt kiivaan keskustelun. Osa on haukkonut henkeään tavoitteelle tuottaa sata prosenttia energiasta uusiutuvis- ta energianlähteistä, sillä sitä on pidetty radikaalina tai epärealistisena lähtökohdana (Brown et al. 2018; Child et al. 2018). Ensimmäiset vakavasti otettavat, tieteellisesti vertaisarvioitut tutkimukset aiheesta on nyt julkaistu ja energia-alan mallinnustyökälyt ja skenaariot piirtävät esitetyille visioille syveneviä suuntaviivoja. Energia-ala on havahtumassa uusiutuvan energian järjestelmän mahdollisuuksiin. Samalla tarvitaan ripeästi käytännön askelia – asialla on jo kiire.

### Kysymyksiä pohdittavaksi:

- Mikä selittää eri energiantuotannon vaihtoehtojen kannatusta vuosien saatossa?
- Mitä uusia seikkoja tulee ottaa huomioon, kun edistetään sähköön pohjaavaa energiajärjestelmää?
- Tekeekö energian internetistä älykkään ihminen vai automatisoitu järjestelmä?
- Onko joitain yhteiskunnallisia tai taloudellisia alueita, joita ei voi sähköistää?
- Mikä vauhdittaisi sähköistymistä vaikeasti sähköistettävillä aloilla?

Seuraavassa luvussa siirrymme kuvaamaan tässä luvussa hahmotetun tulevaisuuden energiajärjestelmän avaintoimijoita talouden ja työn näkökulmasta. Kutsumme lukijaa luotaamaan ja tunnistamaan niitä omasta toimintaympäristöstään.

## AVAINLÄHTEITÄ JA LUKUSUOSITUKSIA

Agora Energiewende (2014) Comparing the Cost of Low-Carbon Technologies: What Is the Cheapest Option? An Analysis of New Wind, Solar, Nuclear and CCS Based on Current Support Schemes in the UK and Germany. Berlin. [http://www.prognos.com/uploads/tx\\_atwpubdb/140417\\_Prognos\\_Agora\\_Analysis\\_Decarbonisationstechnologies\\_EN\\_01.pdf](http://www.prognos.com/uploads/tx_atwpubdb/140417_Prognos_Agora_Analysis_Decarbonisationstechnologies_EN_01.pdf).

Energiateollisuus (2018) Energiavuosi 2017 – Sähkö. Energiateollisuus, 23.1.2018. [https://energia.fi/ajankohtais-ta\\_ja\\_materiaalipankki/materiaalipankki/energiavuosi\\_2017\\_-\\_sahko.html#material-view](https://energia.fi/ajankohtais-ta_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/energiavuosi_2017_-_sahko.html#material-view)

E-Ferry Project. <http://e-ferryproject.eu>.

Fraunhofer ISE (2018) Recent Facts about Photovoltaics in Germany. Fraunhofer ISE (20.7.2018 versio). <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/recent-facts-about-photovoltaics-in-germany.pdf>

Goodall, Chris (2016) The Switch: How solar, storage and new tech means cheap power for all. Profile Books.

Londoño, Ernesto (toim.) (2017) Chile's Energy Transformation Is Powered by Wind, Sun and Volcanoes. New York Times, 12.8.2017. <https://www.nytimes.com/2017/08/12/world/americas/chile-green-energy-geothermal.html>

Lund, Henrik (2014) Renewable Energy Systems: A Smart Energy Systems Approach to the Choice and Modeling of 100% Renewable Solutions, Academic Press. 2. painos.

LVM (2018) Hiiletön liikenne 2045 – polkuja päästöttömään tulevaisuuteen: Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän väliraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 9/2018. [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161029/LVM\\_09\\_2018\\_Liikenteen\\_Ilmastopolitiikan\\_valiraportti.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161029/LVM_09_2018_Liikenteen_Ilmastopolitiikan_valiraportti.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Neo-Carbon Energy (2016) Internet of Energy – 100 % uusiutuvan energian järjestelmän mallinnustyo-  
kalu. Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT). <http://www.neocarbonenergy.fi/internetofenergy/#>

REN21 (2017) Renewables Global Futures Report. Great Debates Towards 100% Renewable Energy. Renewable Energy for the 21st Century Network: Abu Dhabi <http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/03/GFR-Full-Report-2017.pdf>

Seba, Tony (2014) Clean Disruption of Energy and Transportation: How Silicon Valley Make Oil, Nuclear, Natural Gas, and Coal Obsolete by 2030. Self-Publishing; Beta edition.

Smart Energy Transition -hanke. Poliittikasuositukset, keskustelupaperit ja lausunnot. <http://smarterenergytransition.fi/fi/julkaisut/uusi-elinkeino-ja-energiapolitiikka/>

SGEM ja FLEXe-loppuraportit<sup>39</sup>: <http://flexefinalreport.fi/> ja <http://sgemfinalreport.fi/>

Soletair-projekti. <https://soletair.fi/>

VTT (2017) Sähköllä tuotettu proteiini lievittämään maailman nälänhätää. VTT, 19.7.2017. <https://www.vtt.fi/medialle/uutiset/s%C3%A4hk%C3%B6st%C3%A4-tuotettu-proteiini-lievitt%C3%A4m%C3%A4n-maailman-n%C3%A4l%C3%A4n-ja-energiapolitiikka/>

Westenberg, Erica & Kuai, Katarina (2018) Governance Lessons for a Just Energy Transition: New Energy Plugs into Old Problems. Natural Resource Governance Institute (NRGI), 5.6.2018. <https://resourcegovernance.org/blog/governance-lessons-just-energy-transition-new-energy-plugs-old-problems>

Yle (2018) Nyt se tapahtui: Ensimmäiset tuulivoimalat ilman yhteiskunnan tukea rakennetaan Suomeen. Yle Uutiset, 23.5.2018. <https://yle.fi/uutiset/3-10218934>

---

39 Nämä ovat SHOK-ohjelmien loppuraportteja (SGEM 2009–2014 ja FLEXe 2015–2016), laaja kokoelma julkaisuja ja esityksiä älykkäistä sähköverkoista ja joustavasta energiajärjestelmästä.



AI

$$x+y+z = -CO_2$$



Kuva: Katja Makkonen ja  
Maiju Koliisoja (Days Agency)

C++

## 4. SÄHKÖISTETTY KIERTOTALOUS VERTAISYHTEISKUNNASSA – KUKA VOITTAÄ TALOUDELLISEN ÄLYPELIN?

Ihminen on kautta aikain ratkaissut ongelmia luonnon avustuksella; nyt monille erilaisille energiamurroksen ratkaisuille on syntymässä markkinat. Energiantuotannon, materiaalien, sekä ihmillisen pääoman älykkäämpi eli resurssitehokkaampi käyttö nousevat kehityksen avainliiketoimintaksi. Tulevaisuuden talous perustuu hajautetun energiantuotannon lisäksi vastuullisiin elämäntyyliin ja kestävyden eetokseen. Samalla teknologiset läpimurrot kuten keinoälyn valjastaminen haastavat kaikki yritykset. Digitaalisuus, vertaisuus sekä kiertotalouden ja uushiiilisuuden periaatteet tuovat ilmastonmuutoskeskusteluun uuden näkökulman, ja muuttavat energia-alan liiketoimintaa.



**“Henkilö, joka sanoo ‘tätä ei voi tehdä’, ei saa mitään aikaiseksi.”**

**Eleanor Roosevelt**

## MITÄ ON TALOUDELLINEN TOIMINTA?

Energia on taloudellisen toiminnan moottori. Historiallisesti talouden kasvaessa myös energiankulutus on kasvanut. Yhteiskuntien muuttuessa yhä kompleksisemmiksi ja monimutkaisiksi tarvitaan niiden toimintaa varten yhä suurempia määriä energiaa.

Metsästäjä-keräilijöille talous oli pääosin paikallista, kun taas maatalousvaltaisissa yhteiskunnissa tuotanto oli sidottu maanviljelykseen ja kauppa viljasadon tuottaman ylijäämän vaihdantaan. Kun 1700- ja 1800-luvuilla klassiset taloustieteilijät tekivät työtään, taloudelliselle toiminnalle keskeisiä käsitteitä olivat tuotannontekijät: maa ja luonnonvarat, työ ja pääoma (*land, labour, capital*). Adam Smith kirjoitti vuonna 1772 teoksessaan *Kansojen varallisuus*, kuinka yksilöiden taloudellinen toiminta edisti koko talouden tilaa. Taloustieteen ensimmäisiin oppikirjoihin kiteytettiin teollisen ajan henki: ”Tieto on tuotannon moottori – sen avulla voimme alistaa luonnon ja tyydyttää omat tarpeemme”, kirjoitti Alfred Marshall vuonna 1890<sup>40</sup>. Kun bruttokansantuote 1930-luvulla keksittiin mitattavaksi suureksi, ankkuroitiin kansakuntien kehityksen vertailu siihen (Perhoniemi 2014). Myöhemmin on oivallettu, että tietoakin perustavanlaatuisempi kasvun ja kehityksen tekijä on energia ja sen saatavuus. Sivilisaatiomme ja elintasomme ovat riippuvaisia riittävästä energian tarjonnasta (Kapitza 2006).

Kysynnän ja tarjonnan käsitteet ovat säilyneet, mutta maailma, jossa talous operoi, on muuttunut. Edellisiä vuosikymmeniä ovat hallinneet ja määrittäneet tieto- ja viestintäteknologian murros, finanssitalouden nousu sekä teknologisen kehityksen eteneminen. Muutamassa vuosikymmenessä tietokoneet ja matkapuhelimet ovat tulleet ensin työpaikoille ja sitten tavallisiin koteihin. Maailma on pienentynyt ja verkottunut keskenään tavoilla, joita tuskin ikinä aikanaan osattiin tai uskallettiin ajatella. Tämä verkottunut toimintalogiikka on luonut pohjan nykyisille talouden vetureille. Monet sen lapset kuten Microsoft, Intel, Google ja Apple ovat amerikkalaisia ja yhä enenevästi kiinalaisia esimerkiksi verkkokauppa Alibaban ja peliyhtiö Tencentin tavoin. Lisäksi materiaalien kulutus on lähes huomaamatta lisääntynyt rajusti (Smil 2013).

## DIGITAALISUUS JA JAKAMINEN OVAT AVANNEET OVEN UUELLE TALOUDELLE

Yhä useampi kuluttaja etsii omaleimaisuutta massatuotettujen, teollisen aikakauden tuotteiden sijasta. Tällaisia on yhä helpompi löytää, sillä verkostot tekevät yhteisöistä, yhteistyöstä ja taloudellisesta toiminnasta aikaisempaa monipuolisempaa. Nykyinen taloudellinen toiminta onkin enenevästi sekoitus markkinalogiikkaa ja yksityisen sektorin voitontavoittelua sekä sosiaalisia suhteita, avointa jakamista ja yhteistyön malleja. Samalla digitalisaatio muuttaa lähes kaikkia yhteiskunnan aloja näiden arvojen rinnalla. Digitaalisessa taloudessa etsitään myös uusia keinoja luottamuksen takaamiseksi. Esimerkiksi lohkoketjuteknologia on otettu käyttöön useilla aloilla ja eri puolilla maailmaa. Kokeiluja on myös energia-alalla<sup>41</sup>.

40 Book IV, Chapter I

41 Lohkoketju on tekniikka, jolla toisilleen vieraat toimijat voivat yhdessä tuottaa ja ylläpitää tietokantoja hajautetusti.

Lohkoketjun avulla jäsenet voivat luottaa toisiinsa, vaikka he eivät tuntisi toisiaan. Vertaisverkoissa käytävä sähkökauppa voitaisiin kirjata lohkoketjuun. Ongelmana on, että lohkoketjut voivat kuluttaa valtavia määriä sähköä, mikä jarruttaa niiden käyttöönottoa – uusien bitcoinien louhinta on varsinainen energiasyöppö.

Taloudellinen tuotanto perustuu yhä enemmän yhteistyöhön, ja yritykset hyödyntävät kansalaisten mielipiteitä ja laajoja tietovarantoja. Yritykset käyttävät vapaasti ja rajattomasti saatavissa olevaa tietoa tuottaakseen palveluita ja kokemuksia. Linux-käyttöjärjestelmä on ilmainen, mutta palvelut käyttöjärjestelmän ympärillä ovat maksullisia. Facebookin ja YouTuben kaltaiset alustat tukevat jakamista ja ovat samaan aikaan alkaneet myydä mainostajille kohdennettua palvelua (Bauwens 2005; 2007). Sähköautonvalmistaja Tesla luovutti avoimen lähdekoodin hengessä kaikki patenttinsa kilpailijoilleen – alan kehityksen edistämiseksi.

Informaation määrän kasvu mahdollistaa uusien vertaisuuteen perustuvien markkinapaikkojen ja yhteisöjen synnyn. Ajatellaan sitten sosiaalisen median suosittuja kierrätysryhmiä, Airbnb:tä asunnonvuokrauksessa tai Uberiä taksipalveluissa. Ne perustuvat digitaalisuuden mahdollistamaan vuorovaikutukseen, yhteistyöhön ja keskinäiseen luottamukseen. Ne vaativat toimiakseen vain alustan, missä ihmiset ja tavarat kohtaavat – puhutaankin alustataloudesta. Jakamistalouden periaatteiden omaksuminen lisää yksittäisten tuotteiden käyttöä. Jos palveluihin liittyy rahaa, jakaminen tapahtuu usein kolmannen osapuolen välityksellä. Samalla taloudellista arvoa syntyy yhä enemmän luovan teollisuuden aloilta. Monien uusien palveluiden menestys perustuu aineettomien elämysten<sup>42</sup> tarjoamiseen, autenttisuuteen sekä merkityksellisyyden kokemuksiin. Musiikin suoratoistopalvelut tuovat kuluttajan ulottuviin niin tuntemattomat indie-bändit kuin ikivihreät klassikot.

## TIEDON JA TUOTANNON LASKEVAT RAJAKUSTANNUKSET

Tieto- ja viestintäteknologian kehityksen ansiosta uuden tiedon tuottaminen, käsittely ja jakaminen ovat helpottuneet valtavasti ja tiedon hyödyntämisestä on tullut lähes ilmaista<sup>43</sup>. Sanotaankin, että tiedon rajakustannukset (*marginal costs*) ovat laskeneet lähes nolnaan. Futuristi José Cordeiro on kuvannut, kuinka 30 vuoden aikana olemme siirtyneet yhden kilotavun muistikorteista yli yhden teratavun (1 000 000 000 kilotavua) muistikortteihin. Vuonna 2003 ihmisen genomien sekvensointi kesti 13 vuotta ja maksoi miljardi Yhdysvaltain dollaria. Vuonna 2015 se kesti viisi päivää ja maksoi 1 000 dollaria. Vuonna 2025 genomien selvittäminen kestänee suunnilleen minuutin ja maksaa 10 dollaria. Teknologia kehittyi eksponentiaalisesti pienemmäksi, nopeammaksi, halvemmaksi ja paremmaksi. Haasteena on se, että aivojemme on vaikea ymmärtää eksponentiaalisen muutoksen nopeutta.

Jos tiedon rajakustannukset ovat olleet lähellä nolaa jo jonkin aikaa, myös fyysisen tuotannon rajakustannukset laskevat ja todennäköisesti jatkossa yhä nopeammin kun fyysistä tuotantoa automatisoidaan. Seuraavan, ”neljännen” teollisen vallankumouksen väitetäänkin

*”Tulevaisuuden energijärjestelmä tehostuu, kun hyödynnetään ja optimoidaan monilähteistä digitaalista dataa ja tekoälyä.”*

*Ernesto Hartikainen  
kiertotalouden erityisasiantuntija, Sitra*

42 Toisaalta edes ns. aineeton, luova talous ei varsinaisesti ole aineetonta – se kuluttaa energiaa, resursseja ja tuottaa elektroniikkajätettä.

43 Tiedon jakaminen internetin tai mobiiliteknologian välityksellä maksaa niiden käytön verran. (Heinonen et al. 2017a; Cordeiro 2016).



etenevän eksponentiaalisella vauhdilla ja haastavan tuotannon, johtamisen ja hallinnon (Schwab 2016). Valmistusprosesseissa käytetään jo nyt yhä enemmän tietoa. Avautuu lukuisia mahdollisuuksia tuottavuuden kasvuun, kun miljardit ihmiset käyttävät toisiinsa kytkeytyviä mobiililaitteita, joiden ominaisuudet, ennennäkemätön prosessointiteho, tallennuskapasiteetti ja tiedonsaanti ovat käyttäjälle lähes rajoittamattomia. Samalla on kehitymässä monia muita teknologian läpimurtoja: tekoäly, robotiikka, esineiden internet, itsenäiset ajoneuvot, 3D-tulostus, nanoteknologia, bioteknologia, materiaalitiede, energian varastointi ja kvanttilaskenta.

## KUN ENERGIA ON PUHDASTA JA ILMAISTA

Eräs uusiutuvan energian järjestelmään siirtymisen radikaaleimmista ajatuksista on myös energian rajakustannusten pieneneminen (Rifkin 2014; 2011). Ajatus tarkoittaa sitä että sähkön tuottaminen aurinko- ja tuulivoimaa hyödyntämällä on periaatteessa ilmaista sen jälkeen, kun niiden kiinteät kustannukset on katettu eli aurinkopaneeli on asennettu tai tuulivoimala pystytetty. Jos uusiutuvan energian marginaalikustannukset laskevat lähelle nollaa, myös energiasta tulee osa jakamistaloutta. Energian rajakustannusten lasku nolnaan pienentää tuotannon rajakustannuksia kokonaisuudessaan. Tämä loisi pohjan taloudelle, joka perustuu yhä enemmän yhdessä kehitettyihin (*co-created*) resursseihin.

Energian rajakustannusten laskiessa lähtee liikkeelle uusi, kiehtova voima, joka voisi kiihdyttää tapahtumaketjua kohti runsaampaa tulevaisuutta. Automatisaatio, joka puolella olevat tieto- ja viestintäteknologiat sekä uusiutuvien energialähteiden järjestelmät, joiden rajakustannukset pienenevät merkittävästi, avaavat ovia ruohonjuuritason taloudelliselle toiminnalle. Seuraavasta teollisesta vallankumouksesta on esitetty visioita, jossa tuotanto siirtyy suurista tehtaista pienimuotoisiin työpaikoihin ja yhteistyön muotoihin uusiutuvan energian ja digitaalisten tuotantoteknologioiden kuten 3D-tulostuksen avulla. Äärimmillen vietyinä tämä haastaisi ja mullistaisi niukkuuteen perustuvan markkinalogiikan, hintamekanismit ja organisoimisen tavat. Edessä olisi niukkuuden sijasta runsauteen perustuvaa tulevaisuus.

## TYÖLLISYYSVAIKUTUSTEN ARVOITUS

Tehostumisen edetessä on esitetty värikkäitä mielipiteitä kehityskulun työllisyysvaikutuksista. Ollaan jokseenkin yhtä mieltä oletuksesta, että automatisaatio, robotisaatio sekä keino- ja tekoälyn sovellutukset voivat korvata monet nykytyöt. Dystooppisissa näkemyksissä automatisaatio ja robotit lisäävät syrjäytymistä ja työttömyyttä. Keskitien arviot korostavat vanhojen töiden katoamista ja uusien syntymistä, ovathan menneisyydessä teknologiset murrokset synnyttäneet uusia työpaikkoja. Työnteon tapojen murros yhdistettynä teknologiakehitykseen voi tarkoittaa uusia työpaikkoja suunnitteluun ja esimerkiksi automatisoitujen prosessien ohjaamiseen. Myönteisissä visioissa korostetaan ihmisen vapautumista puuduttavista rutiinistöistä. Jos algoritmit ja robotit tekevät ihmisen puolesta työn, on valta koodaajalla, jonka koodinpätkä ohjelmoi tuotannon prosessit<sup>44</sup>. Joka tapauksessa työn murros lienee pikemminkin hiljaa hiipivä prosessi kuin yhden yön vallankumous (Susskind ja Suss-

<sup>44</sup> Jos teknologinen singulariteetti saavutetaan – eli tekoälyn oppimiskyky ohittaisi ihmisen älykkyyden, kysymys tekoälyn arvoista ja eettisyydestä muodostuisi ensisijaisen tärkeäksi. Kenties koodaajiakaan ei enää tarvittaisi!

kind 2015).

## Työn jälkeinen kasvu – lupaus kapitalismin jälkeisestä ajasta

Edellytykset vertaisuuteen pohjaavalle tuotannolle kehittyvät koko ajan. Se perustuu ihmisten omaan tekemiseen, ei yksityisomistukseen ja markkinalogiikkaan. Jos lisäksi materiaallinen tuotanto on pitkälle automatisoitua, työn rooli ja luonne muuttuvat. Täysipainoisessa palvelutaloudessa robotit vastaisivat suorittavasta työstä ja ihmistyövoiman tarve olisi vähäistä. Paul Mason (2015) väittää, että voisimme siirtyä työnjälkeiseen, post-kapitalistiseen yhteiskuntaan, jossa ihmisen tarpeellinen työaika todella laskisi lähes nolnaan. Tällöin ihmiset käytännössä harrastaisivat työtä.

Ei olisi välttämätöntä työskennellä yhtä paljon kuin ennen. Työ olisi pääosin luovaa ja sosiaalista, ja työn ja muiden elämäalueiden väliset rajat hämärtyisivät. Joillain yhteisöillä työ, vapaa-aika ja yhteisöllinen toiminta olisivat toisistaan erottamattomia – tuottajia ja kuluttajia ei erottaisi toisistaan. Ihmiset tekisivät asioita, jotka antavat heille merkityksen ja nautinnon, kenties ”työtä” nykyisessä mielessä ei edes olisi. Samalla mielikuvituksen ja taiteen arvo lisääntyisi. Hyvän tekeminen ja muiden auttaminen voisivat olla vaihtoehto palkalliselle työelämälle mielekkään toiminnan lähteenä.

## ITSEORGANISOITUMISEN AVUKSI UUSIA TYÖTAPOJA JA PERUSTULO

Uusiutuvan energian esiinmarssi asettuu keskelle murrosvaihetta perinteisen yhteiskunnan työelämän ja jälkiteollisen kulttuurin välillä. Kaikkialla läsnä olevat tieto- ja viestintäteknologiat ovat avanneet uusia ovia avoimuuteen ja lisänneet vertaisuuteen pohjaavia organisaatorakenteita. Avoinmet verkostot sallivat työn teon missä, milloin, miten ja kenen kanssa vain. Työn resurssit – tiedot, työtilat ja työkalut jaetaan verkostoissa. Jakaminen voi olla samanaikaisesti globaalia, alueellista ja paikallista. Työ on yhä enemmän kaikkialla ja ei-missään – vapaa alueellisista ja ajallisista rajoista. Työ ja vapaa-aika kasvavassa määrin sekoittuvat. Arvopohja työelämässä siirtyy kohti itseilmaisua ja sisäisiä motivaatioita. Yhä useampi haluaa työskennellä itselleen sopivassa roolissa ja yhteisen hyvän eteen. Organisesti syntyvät rakenteet ovat johtamassa jäykkien byrokratioiden korvautumiseen.

Tällaisten periaatteiden jalkautumista voidaan kuvata vertaisverkkoajatteluna. Vertaisverkkoajattelua on käytetty kuvaamaan avoimia digitaalisia yhteistyöhankkeita kuten Wikipediaa ja Linuxia. Samoja periaatteita voidaan kuitenkin soveltaa organisaatioihin yleisemminkin sekä fyysisesti että virtuaalisesti. Useat yritykset antavat ihmisten organisoida työnsä kokonaan itse. Kurki ja Wilenius (2016) ovat tutkineet Suomessa Reaktor-yritystä, joka tarjoaa digitaalista kehitystyötä ja ohjelmistokehitystä. Buurtzorg-niminen yritys Alankomaissa taas tuottaa terveystalvueluita tämän tyyppiisiin toimintatapoihin nojaten. Tällaiset yritykset valjastavat itseorganisoitumisen periaatteet, jotta työntekijöiden tyytyväisyys, hyvinvointi ja tuottavuus lisääntyvät. Itseorganisoituminen on teknologisen kehityksen ja osaamisen lisääntymisen myötä yhä järkevämpi tapa organisoida työnteko.

Jotta tätä potentiaalia voidaan hyödyntää, työpaikat voivat tukea yksilöiden kehitystä, itsensä toteuttamista ja edistää luovuutta. Koska ihmiset tarvitsevat arvostusta, empatian ja sosiaalisen vuorovaikutuksen merkitys kasvavat. Työpaikoilla on kiinnitettävä yhä enemmän huomiota ihmiskeskeisyyteen, epäonnistumisista oppimiseen sekä erilaisten mielipiteiden kannustamiseen ja sietämiseen.

Uusien, pehmeiden työtapojen vaaliminen voidaan ottaa huomioon koulutuksessa ja uudelleen-koulutuksessa (VNK 2017a). Julkinen sektori ja yritykset voivat tunnistaa nousevia osaamisalueita sekä helpottaa yhteistyötä edistävien työkalujen löytämisessä. Uusissa työmarkkinaratkaisuuissa on huomioitava nämä työn murroksen tekijät, työn käsite joudutaan arvioimaan uudelleen ja toimeentulon rakenteita uudistamaan. Perustulo voisi silloittaa tietä yhä verkottuneempaan talouteen, sillä se takaisi elämän perusedellytykset turbulentissakin työelämässä.

## TALOUSELÄMÄN JA ENERGIA-ALAN UUDET TUULET

Luovan talouden kasvu ja tiedon laskevat kustannukset nivoutuvat yhä kiinteämmin taloudellisen toiminnan ydinrakenteisiin (Benkler 2002; 2006; 2017), mutta samalla voimistuu myös niin kutsuttu hybriditalous sekoituksena taloudellista voitontavoittelua ja yhteiskunnallista arvonluontia. Yhteiskunnallisen ja ekologisen tietoisuuden lisääntyessä voittojen maksimointi ei ole yritysten ainoa tavoite. Yhteiskunnallisia haasteita, kuten ilmastonmuutosta, ratkotaan yhä enemmän taloudellisin mallein<sup>45</sup>. Automatisaation eteneminen voi kiihdyttää hybriditaloutta edelleen (Frey & Osborne 2013).

Tällaista talouden kehitysaaltoa luonnehtivat älykkäät ja resurssitehokkaat teknologiat, jotka pyrkivät integroimaan teknologian, ihmisen ja luonnon. Uudenlainen kasvu ei välttämättä tarkoita teknologian kieltämistä, vaan sen hyödyntämistä. Tulevaisuudentutkija Pentti Malaska (2011) puhui uskasvusta, joka hyödyntäisi immateriaalisen kasvun ja palvelutalouden mahdollisuudet, energiatehokkuuden ja minimoisi resurssien haaskauksen ja jätteiden kertymisen. Patagonian ja Teslan kaltaisten edelläkävijöiden pyrkimykset ja visiot voivat olla vasta esimakua tulevasta (Perez 2016; Wilenius 2016).

Startup-yritykset maailmalla antavat ituja tulevaisuuden suunnasta uusiutuvan energian alalla. Ne tarjoavat jo nyt aurinkopaneeleja, aurinkoenergiaa tuottavia kattotiiliä, akkuja ja energian varastointiratkaisuja, mikroverkkojen asennuksia kokonaisille kylille – sekä lukuisia palveluja näiden ympärille. Kekseliäät liiketoimintamallit, uudet teknologiat sekä uudet ajattelu- ja toimintatavat tekevät niistä radikaaleja. Teknologiayritykset tunnistavat uusiutuvan energian tuomat kustannussäästöt ja etsivät uusia läpimurtoja.<sup>46</sup> Moni kaivosyrittäjä maailmalla turvautui ennen varavoimana dieselgeneraattoreihin ja kalliiseen polttoöljyyn, mutta on nyt siirtynyt aurinkosähkön käyttäjäksi<sup>47</sup>. Energia-alalla tehdään lisäksi aktiivista muutos-, kehitys- ja tutkimustyötä. Vettä voitaisiin puhdistaa ja suolaista merivettä muuttaa makeaksi vedeksi aurinkoenergian avulla. Tästä olisi suuri apu kuivuudesta kärsivissä maissa. Energiasektorin muutokset muovaavat myös perinteisiä aloja ja markkinoita: jopa raskasteollisuus etsii innovatiivisia muutoksen polkuja<sup>48</sup>.

45 Ilmastonmuutosta on kuvattu ihmiskunnan suurimmaksi ja laaja-alaisimmaksi markkinavirheeksi (*market failure*) (Stern 2006).

46 Ketterät uusiutuvasta energiasta liiketoimintaa vainuavat yritykset nousevat edelläkävijöiksi (Karjalainen & Heinonen 2018).

47 Esimerkiksi kaivosyrityksille Chilessä Atacaman aavikolla aurinko paistaa käytännössä ympärivuotisesti.

48 Teräsajatti Arcelor Mittal on tutkinut radikaaleja liiketoimintakonsepteja teräsrakentamisessa sekä sen arvoketuissa vähentääkseen terästeollisuuden ympäristövaikutuksia. Holistinen rakennussuunnittelu ja -tekniikat sekä elinkaariajattelu rakentamisessa voisivat muuttaa toimialaa, joka on ollut toimintatavoiltaan pitkään konservatiivinen.

## PUHTAAN ENERGIAN KYSYNTÄ KASVAA

Perinteiset energiayritykset alkavat muuttua, pian ne tarjoavat alustan uusiutuvan energian jakamiseen ja kaupankäynnille sekä ylläpitävät energian internetiä, johon lähes kaikki esineet ovat yhteydessä. Ne takaavat energiantuotannon täysimittaisen optimoinnin ja joustavuuden, ja huolehtivat että esimerkiksi lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät sekä kuluttajien kodinkoneet kuten jääkaapit, voidaan kytkeä pois päältä lyhyiksi ajanjaksoiksi energiankulutuksen huippuhetkinä. Lisäksi sähkön varastointia tarjotaan palveluna ja varavoimana sähkökatkotilanteissa. Energian internetiä ylläpitävät monet yritykset. Jatkossa energia mielletäänkin useiden erilaisten palveluiden kirjona.

Energiatuotteista ja -palveluista tulee olennainen osa kuluttajamarkkinoita. Energiayritykset myyvät palveluita tukemaan ekologista elämäntapaa. Jotkut niistä keskittyvät esimerkiksi sisäilmälämpötilan optimointiin. Kaikki energialaitteet aurinkosähköä tuottavista paneeleista ja -kalvoista akkuihin ja sähköautojen latausasemiin suunnitellaan brändituotteina esteettisesti miellyttäväksi. Energiateknologioista ja -palveluista tulee osa kansalaisten jokapäiväistä elinympäristöä, mikä synnyttää uudenlaista tietoisuutta. Käytännöllisesti katsoen kaikki laitteet muuttuvat energiatehokkaiksi ja ekologisesti älykkäiksi niihin upotetun tekoälyn ja internetin välityksellä tapahtuvan kommunikation ansiosta.<sup>49</sup> Samalla tosin sähkön kokonaiskulutus kasvaa laitteiden lukumäärän kasvaessa. Näin energia-alan ja ekologisuuden välinen suhde tiivistyy entisestään.

## UUSHIILISYYTEN PERUSTUVA TALOUS ON KUNNIANHIMOISTA KIERTOTALOUTTA

Biomimikassa ihmiset nähdään osana luonnon ekosysteemejä. Kehdosta kehtoon -ajattelu (*cradle-to-cradle, regenerative design*) on biomimeettinen lähestymistapa sellaisten tuotteiden ja järjestelmien suunnitteluun, jotka mallintavat luonnon elementtejä. Taloudessa ja teollisuudessa tarvitaan järjestelmiä ja materiaalien kierrätystä, joiden avulla päästään taloudellisesti kannattavalla ja tehokkaalla tavalla jätteettömyyteen (El-Haggar 2010; Benyus 1997; McDonough & Braungart 2002). Edellisessä luvussa kuvattu uushiilistyminen tukee

*”Dialogi sähköauton ja lataajan välillä on kaksisuuntaisempi ja vuorovaikutteisempi kuin bensaa huoltoasemalla tankkaavan asiakkaan.”*

*Pasi Vainikka, dosentti, LUT,  
CEO, Solar Foods Oy*

tätä tavoitetta: hiilidioksidia voidaan ottaa talteen joko ilmasta tai tehtaista – Suomessa esimerkiksi sellutehtaiden piipun päästä. Uushiilisessä taloudessa hiilen käyttö ei poistu teollisuudesta kokonaan, vaan tietyissä toiminnoissa käytetään hiileen pohjaavia teknologioita sen jälkeen kun ne on saatu vähäpäästöisiksi.

Kiertotaloudessa kiertävät niin materiaali kuin puhdas energia. Puhtaassakin energijärjestelmässä talous tarvitsee raaka-aineita ja tuottaa jätettä. Tarvitaan eri alojen ja teollisuuden sektoreiden ylittäviä kumppanuuksia, jotta eri materiaalit voidaan erotella ja harvinaiset maametallit kierrättää. Pitkälle vietynä sähköistetty

<sup>49</sup> 2010-luvulla internetyhteyksiä myytiin niin, että niissä tarjottiin mahdollisuus rajattomaan datankäyttöön. Tesla puolestaan on tarjonnut sähköautoilleen maksuttomia latausasemia.

kiertotalous olisi äärimmäisen kompleksinen – sen tulisi tulevaisuudessa huomioida niin mikro-muovit kuin vaikkapa nanoteknologiassa käytettävät materiaalit. Parhaimmillaan kiertotalous voi ylittää hyvän kierteen seuraavalle tasolle – upcycling-malliin, jossa tuotteiden ja palvelujen kierrättämisestä nousee luovalla tavalla lisäarvoa. Tällaisessa järjestelmässä vanha ei toimi vain uuden prosessin raaka-aineena tai uudessa käyttötehtävässä, vaan myös parantaa ympäristön laatua (McDonough & Braungart 2013; Davidsson & Höök 2016).<sup>50</sup>

Nousevien teknologioiden ekologisia näkökohtia täytyykin miettiä kaikilla talouden sektoreilla (Martin 2016). Esimerkiksi kaupungeissa rakentaminen voisi ruokkia biologista monimuotoisuutta ja tekoily eri muotoineen valvoa globaalia energia- ja materiaalinkulutusta. Näin ihmiskunta pysyisi asetettujen planetaaristen rajojen ja kestävänsä uuskasvun polulla. Lisäksi LED-valaistukseen pohjautuva viljely voisi vähentää säätövoiman<sup>51</sup> tarvetta. Keinoälyn valjastaminen voisi auttaa myös resurssien kohdentamisessa, jotta jakamistalous toimisi kitkattomasti. Uushiilinen ja sähköistetty kiertotalous pitää talouden rattaat toiminnassa siten, että jätteen määrä supistuu ja huolen siitä, etteivät erilaisten päästöjen turvarajat ylity tai uusiutumattomat resurssit jonain päivänä ehdy.

## Estääkö mikään täyttämästä maailmaa roskalla?

Vaikka energiantuotanto olisi puhdasta, jos tuotettua tavaraa on runsaasti, joudumme silti miettimään kulutuksen seurauksia ja esimerkiksi jätteiden käsittelyä. Muovia tuotetaan vuosittain 320 miljoonaa tonnia, enemmän kuin koskaan ennen. Siitä vain pieni osa kierrätetään tai poltetaan energiantuotantoon. Muovi päätyy kaatopaikoille tai puutteellisen jätehuollon seurauksena valtameriin. Valtaosa meriin eksyvistä jätteistä valuu kehitysmaiden talouksista. Maapallon merissä pyörii viisi valtavaa jätepyörrettä: kaksi Atlantilla, kaksi Tyynellämerellä ja yksi Intian valtamerellä<sup>52</sup> – ne ovat pinta-alaltaan useiden valtioiden kokoisia. Merissä on muovia, kumia ja lasia.

Säästötoimet täytyy juurruttaa talouden toimintatapoihin<sup>53</sup>. Itä-Afrikassa Kenia ja Ruanda ovat jo kieltäneet muovipussien käytön. Maharashtran osavaltio Intiassa, jossa Mumbai (ent. Bombayn kaupunki) sijaitsee, on kieltänyt muovin valmistamisen, käytön ja jakelun. Tämä tarkoittaa kertokäyttömuovipussien, muovilusikoiden, -lautasten ja -pullojen käyttökieltoa (Hindustan Times 2018). Olisiko mahdollista kerätä valtamerten jätetosku teollisuuden raaka-aineeksi sähköistettyjen robottialusten avulla? (Linturi ja Kuusi 2018). Saisivatko ne muovit pois Tyynellämerellä myös Maa-rianiin haudasta 11 kilometrin syvyydestä?

50 *Recycling*-termi tarkoittaa englanniksi kierrätystä tai uudelleenkäyttöä. *Upcycling* puolestaan tarkoittaa aiemman tuotteen parantamista. Käsitteen vastapoolina on *downcycling*, joka kierrätyksessä toimii kyllä uuden tuotteen tai prosessin aikaansaajana, mutta jossa häviää ympäristön kannalta arvoa.

51 Säästövoimalla tarkoitetaan säädettävissä olevaa sähkön tuotantokapasiteettia. Säästövoimaa tarvitaan pitämään sähkönkulutus ja -tuotanto tasapainossa eli käytännössä pitämään sähköverkko toiminnassa. Säästövoiman tarve johtuu kulutuksen ja tuotannon vaihteluista. Sähköntuotantomuodot, kuten tuulivoima ja aurinkovoima, jotka seuraavat suoraan muuttuvia luonnonolosuhteita, vaativat suhteessa runsaasti säästövoimaa.

52 Arvioiden mukaan 8 prosenttia valtamerten muovirokasta on ihmissilmälle näkymättömiä läpimitaltaan alle viisimillisiä mikromuoveja (Lebreton et al. 2018). Niiden terveysvaikutuksia tutkitaan enenevästi myös Suomessa.

53 Jevonsin paradoksilla tarkoitetaan suurin piirtein sitä, että taloudellinen tehostuminen ja säästäminen yhdellä elämän tai talouden osa-alueella johtaa toiminnan lisääntymiseen toisaalla. Jos jätän palvelun ostamatta nyt, kulutan toista palvelua sen sijasta. Jos en lähde kaukolomalle, hemmottelen itseäni kylpylässä.

## Aurinkoiset edelläkävijät

Aurinkoenergiayritykset Itä-Afrikassa ovat keksineet tapoja, joilla voidaan toimittaa aurinkosähköä pienituloisiin kotitalouksiin. Ne ovat valjastaneet käyttöönsä mobiiliraharatkaisut, -viestinnän ja käyttäjälähtöiset rahoitusmallit. Niiden menestys perustuu pitkäaikaiseen kuluttajakäyttäytymisen havainnointiin. Esimerkiksi M-KOPA Solar -yrityksen mallissa asiakas maksaa ennakkomaksun ja sen jälkeen päivittäin muutamia kymmeniä senttejä osamaksuna, kunnes aurinkosähkölaitteisto siirtyy omistajan haltuun. Pienimuotoinen aurinkosähköjärjestelmä lataa matka- tai älypuhelin, kun taas suurempi järjestelmä pyörittää radiota, televisiota tai jääkaappia. Teknologisesti edistyneet aurinkosähköpalvelut hyödyntävät koneoppimisen eli yksinkertaisen tekoälyn periaatteita. Ne tarkkailevat käyttäjän kulutustottumuksia ja käyttäytymistapoja. Ne voivat optimoida sisätilojen valaistuksen akussa jäljellä olevan virran perusteella. Mikäli asiakkaan laitteistoon tulee vika tai laitteisto on pölyyntyneet saa yritys siitä tiedon. Myös alhaisen tulotason käyttäjät ovat kyenneet maksamaan vaaditut käyttömaksut, mikä on todistanut liiketoimintamallin toimivuuden<sup>54</sup>. Tällaiset yritykset työllistävät ja kouluttavat energia-alan uutta sukupolvea (GSMA 2017; ks. myös Lang et al. 2016).

## KUKA VOITTAU UUSIUTUVALLA ENERGIALLA SÄHKÖISTETYN ENERGIAPELIN?

Globaalin uusiutuvaan energiaan nojaavan kiertotalouden pystyttäminen tarvitsee kumppanuuksia, jotka luovat osaamista paikallisesti, mutta ylittävät valtioiden rajat. Juuri monissa nuorisotyöttömyyden kanssa painivissa kehitysmaissa on pelätty, että automatisaation edetessä uusia työpaikkoja ei synnykään! (Sy 2014). Edelläkävijäyritysten perustaminen vaatii innovatiivisuutta, osaamista, verkostoja ja riskinsietokykyä – kenellä on tällaiset voimavarat? Kehittyvissä maissa yritykset ovat usein riippuvaisia vauraampien maiden pääomista, investoinneista ja teknologisesti osaamisesta. Yhteistyössä täytyy varmistaa niin teknologian kehittäjien kuin nuorien ja innokkaiden yrittäjien oppiminen. Visionäärit uskaltavat edistää ratkaisujaan, jos ympärillä ei ole pelkoa poliittisista riskeistä tai mullistuksista.

Uusien ratkaisujen tuonti kuluttajien saataville edellyttää, että päätöksenteossa tuetaan uusien markkinoiden muodostumista ja toimintaa. Valtiot voivat omalla toiminnallaan vauhdittaa murroksen etenemistä – ovathan ne olleet tärkeässä roolissa kautta historian investoinneissa, jotka ovat edesauttaneet nousevien alojen syntyä (Mazzucato 2013)<sup>55</sup>. Jos hielelle asetettaisiin reilu hinta (OECD 2014, 53–55), lupaavat sovellukset kaupallistuisivat yhä nopeammin. Muutospaineet ravistelevat jähmeitä valtiokoneistoja muutenkin. Tarvitaan uushiilisen energijärjestelmän innovaatioekosysteemiä eli erilaisia toimijoita, jotka ovat valmiita rakentamaan tulevaisuuden kestävän vision ja tunnistamaan siitä nousevat taloudelliset mahdollisuudet (Karjalainen ja Heinonen 2017).

Uuden luonti on kollektiivinen prosessi. Maailmanlaajuisesti energian ja talouden murros voi luoda miljoonia uusia työpaikkoja, uusia liiketoimintamalleja ja uudenlaisia työtapoja. Tämä on mahdol-

54 Jos asiakas ei selviydy maksuistaan, voi yritys katkaista laitteiston toiminnan etäyhteyden ansiosta.

55 Lisäksi valtion perinteisiin tehtäviin kuuluu kantaa huolta energiainfrastruktuurin ylläpidosta – ja kansalaistensa hyvinvoinnista.

lista, jos energiantuotantoa, materiaalien kulutusta ja jätteiden loppusijoitusta ajatellaan nykyistä huomattavasti kunnianhimoisemmin. Toisaalta energiamurroksen, ekologisen hyvinvoinnin ja runsauden vision suhdetta ei ole vielä riittävästi käsitteellistetty. Tulevaisuuden uusia johtajia ja voittajia ovat todennäköisesti ne, jotka parhaiten omaksuvat uuden vertais yhteiskunnan ja -talouden periaatteet ja normit (Havas ja Weber 2017). Muutoksen globaalit edelläkävijät kehittävät jo uutta liiketoimintaa, teknologiaa ja innovatiivista sääntelyä (Hildén et al. 2018; Wijkman & Skånberg 2016). Jos ajatellaan seuraavan 30 vuoden aikajännettä, johtajat voivat olla nykyjärjestykseen verrattuna kokonaan uusia toimijoita. Energia-alalla tämä tarkoittanee uusien toimijoiden astumista esiin perinteisten toimijoiden rimpuillessa vanhojen toimintamalliensa vankeina. Voittajia ovat ne, jotka ajoissa päästävät irti niistä malleista, joille ei tulevaisuushorisontissa ole enää sijaa.

### Kysymyksiä pohdittavaksi:

- Minkälaiset toimijat menestyvät tulevaisuuden vertais yhteiskunnassa?
- Mitä esimerkkejä keksit vertaisuudesta, joka vie kohti sähköistettyä kiertotaloutta?
- Muovautuuko kapitalismi vertaisuuden mallien avulla uusille urille vai avaako vertaisuus kokonaan uuden vaihtoehdon kapitalismille?
- Miten nousevien teknologioiden energiankulutus voidaan minimoida?
- Miten varmistetaan että kuvattu vallankumous ei entisestään lisää roskaa määrää ja kulutusta, vaan minimoi kulutuksen älykkäästi?

Tämä taloudellisen toiminnan sekä vertais yhteiskunnan, energia-alan uusien tuulien ja edelläkävijöiden tarkastelu johdattaa meidät seuraavassa luvussa skenaariomaailmaan, jossa maalataan kuva neljästä muutosskenaariosta 2050. Minkälaisessa maailmassa elämme tulevaisuudessa?

## AVAINLÄHTEITÄ JA LUKUSUOSITUKSIA

- Benyus, Janine M. (1997) *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. HarperCollins, 288 s.
- Fattah, H.M. (2002) *P2P: How Peer-to-Peer Technology is Revolutionizing the Way We Do Business*. Chicago: Dearborn Trade Publishing, a Kaplan Professional Company.
- Ford, Martin (2017) *Robottien kukoistus – teknologia ja massatyöttömyyden uhka*. Suomentanut Kirsi Laitila. Turku: Kustannusosakeyhtiö Sannakko.
- GSMA (2017) *Catching up with the first energy grantees of the Mobile for Development Innovation Fund*. GSM Association. <https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/programme/m4dutilities/catching-up-with-the-first-energy-grantees-of-the-mobile-for-development-innovation-fund/>
- IRENA (2018) *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2018*. International Renewable Energy Agency: Abu Dhabi. <http://irena.org/publications/2018/May/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2018>
- Isaacson, Walter (2014) *The Innovators*. Simon & Schuster.
- Kaskinen, Juha & Parkkinen, Marjukka (2018) *Kohteena kiertotalous*. Tutu e-julkaisuja 4/2018. Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto. [https://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eTutu\\_4-2018.pdf](https://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eTutu_4-2018.pdf)
- Kelly, Kevin (2016) *The Inevitable: Understanding the 12 Technological Futures That Will Shape Our Future*. New York.
- Mason, Paul (2015) *Postcapitalism – A Guide to Our Future*. Allen Lane.
- Mazzucato, Mariana (2013) *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*, First Edition. Anthem Press, London; New York.
- Perhoniemi, Tuukka (2014) *Mitan muunnelmat: Miten määritämme maailmaa, ihmistä ja tietoa, Vastapaino*.
- Raworth, Kate (2018) *Donitsitaloustiede: Seitsemän tapaa ajatella kuin 2000-luvun taloustieteilijä*. Suomentanut Juha Pietiläinen. Terra Cognita: Helsinki. Alkuperäisjulkaisu 2017.
- Rifkin, Jeremy (2014) *The zero marginal cost society. The internet of things, the collaborative commons, and the eclipse of capitalism*. Palgrave MacMillan, New York.
- Scharmer, Otto & Kaufer, Katrin (2013) *Leading from the emerging futures: From Ego-Systems to Eco-System Economies*. Berrett-Koehler: San Francisco.
- Schwab, Klaus (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum
- Sitra (2014) *Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle*, Sitra. <https://media.sitra.fi/2017/02/23221555/Selvityksia84.pdf>
- Smil, Vaclav (2013) *Making the Modern World: Materials and Dematerialization*. Wiley.
- Sy, Amadou (2014) *Jobless Growth in Sub-Saharan Africa*. Brookings <https://www.brookings.edu/blog/africa-in-focus/2014/01/30/jobless-growth-in-sub-saharan-africa/>



Wijkman, Anders & Skånberg, Kristian (2016) Circular Economy and Benefits for Society. Jobs and climate clear winners in an economy based on renewable energy and resource efficiency. A report at the request of the Club of Rome and MAVA Foundation. A study pertaining to Finland, France, the Netherlands, Spain and Sweden. <https://www.clubofrome.org/wp-content/uploads/2016/03/The-Circular-Economy-and-Benefits-for-Society.pdf>

VNK (2017a) Kohti jaettavaa ymmärrystä työn tulevaisuudesta. Valtioneuvoston kanslia. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisu 33/2017, 64 s. <https://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=18301>

# 5. NELJÄ UUSHIILISEN YHTEISKUNNAN MUUTOSSKENAARIOTA 2050

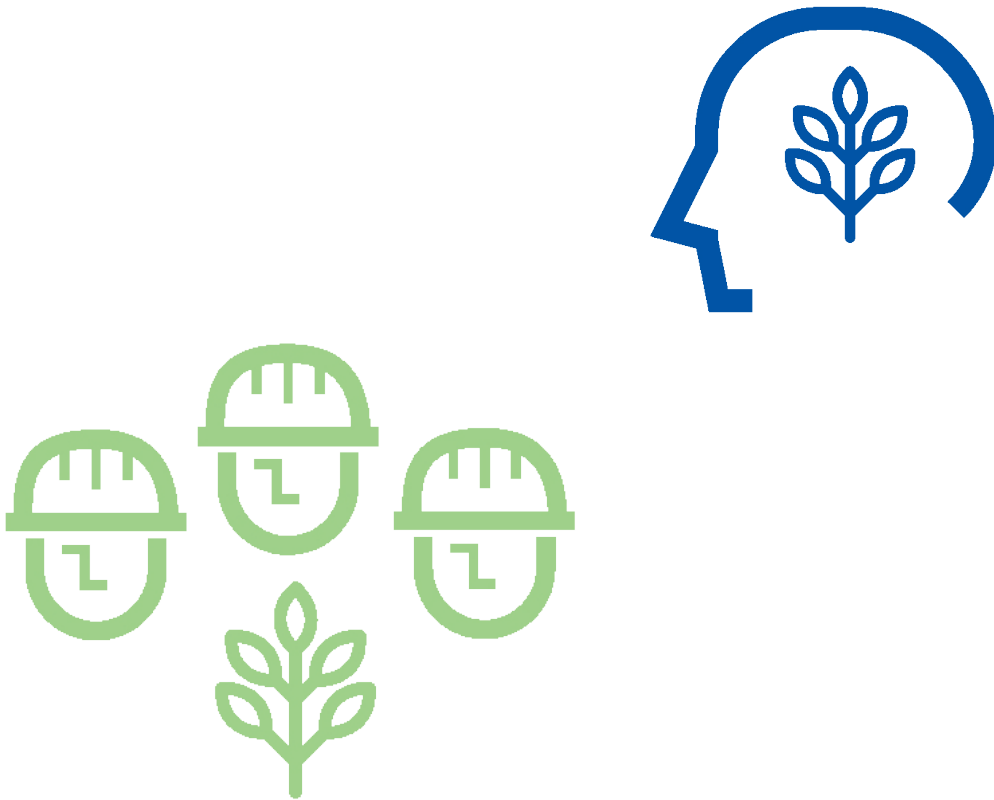
Tulevaisuudentutkimukselle on keskeistä skenaarioissa tapahtuva ajattelu – tätä voidaan pitää synonyymina vaihtoehtojen pohdiskelulle. Tämän päivän energiajärjestelmässä keskeisiä toimijoita ovat energia- ja sähköverkkoyhtiöt, ministeriöt ja viranomaiset, energiateknologiayritykset ja -kehittäjät yhdessä ympäristöorganisaatioiden ja erilaisten edunvalvontaelinten kanssa. Tulevaisuudessa toimijoita on useampia, mukaan lukien kotitaloudet ja energia-alalle muualta tulevat yritykset. Tässä luvussa avataan neljä uushiilisen yhteiskunnan muutosskenaariota vuoteen 2050. Ne ovat nimeltään **Radikaalit startupit 2050**, **Arvovetoiset teknojätit 2050**, **Vihreät tee-se-itse-insinöörit 2050** ja **Uusi tietoisuus 2050**<sup>56</sup>. Nämä skenaariot, joissa korostuvat muutos- ja tulevaisuusajattelu, kuvaavat erilaisia ilmenemismuotoja ja toimijoita suhteessa luvussa 2 esitettyyn visioon ja sen vaikutuksiin. Koskaan ei ole vain yhtä tulevaisuutta, vaan erilaisia mahdollisia tulevaisuuksia. Meidän täytyy pitää mielessämme vaihtoehtoiset skenaariot ja tulevaisuuskuvat – ja niiden avustuksella rakentaa itse toivomamme tulevaisuus.



<sup>56</sup> Neo-Carbon Energy -hankkeessa päävastuu skenaarioiden kirjoittamisesta oli Juho Ruotsalaisella. Tähän kirjaan skenaarioita on jonkin verran muokattu.

## Mitä skenaariot ovat?

Skenaariot ovat tulevaisuuden käsikirjoituksia. Ne ovat tulevaisuusajattelun rakentamia näyttämöitä mahdollisille maailmoille, joissa tietyt kehityssuunnat ovat vahvistuneet ja kärjistyneet tai yllättävät tapahtumat ovat muuttaneet niiden kulkua. Skenaarioissa on toimijoita, tekoja, tunnelmaa ja tilanteita, joihin niitä edeltävät tapahtumain kulut ja polut ovat johtaneet. Skenaariot eivät ole ennusteita – vaan testityökaluja tulevaisuutta koskevan nykyhetken päätöksenteon tueksi.



Kaikki neljä skenaariota vuodelle 2050 – Radikaalit startupit, arvovetoiset teknojätit, vihreät tee-se-itse-insinöörit ja uusi tietoisuus – edustavat Datorin (2009) luokituksen mukaista transformaatiota kuvaavaa skenaariota. Datorin mukaan kaikki skenaariot kuuluvat johonkin neljästä kategoriasta: kasvu, romahdus, hallinta ja transformaatio.

**”Skenaarioiden tarkoitus on valaista polkuja vaihtoehtoisin tulevaisuuksiin ja avata ajatteluamme myös sen suhteen, mitä emme tiedä, emmekä osaa vielä edes ajatella.”**

# SKENAARIOT HAASTAVAT VAKAAN AJATUSLEIKKIIN



Kuva 5. Neljä uushiilisen yhteiskunnan muutosskenaariota vuoteen 2050.

Vuoteen 2050 ulottuvat yhteiskunnalliset muutosskenaariomme asemoituvat kahden akselin suhteen: ekologinen tietoisuus (vasemmalla) & vertaisuuden periaate (alhaalla). Vasemman yläkulman *Radikaalit startupit* -skenaariossa keskiössä ovat syvällistä ekologista ajattelua ja eetosta ajavat startup-yritykset, jotka valjastavat vertaisuuden toimintamallit käyttöönsä. Vasemman alakulman *Arvovetoiset teknojätit* -skenaariossa suuret teknologiayritykset ratkaisevat yhteiskunnallisia ongelmia ja investoivat uuden energiainfrastruktuurin luomiseen. Työntekijöillä on hyvä olla, mutta menestyksekkäiden yritysten ulkopuolella muu yhteiskunta on epätasa-arvoinen. *Vihreät tee-se-itse-insinöörit* -skenaariossa (oikea alakulma) välinpitämättömyys ilmastonmuutoksen torjumisessa saa aikaan ekologisen romahduksen. Globaalin infrastruktuurin ja talouden romahtaessa ihmisten on turvauduttava käytännönläheisiin, paikallisiin ratkaisuihin ja yksinkertaisiin teknologiasovellutuksiin. Tee-se-itse-meiningissä ja paikallisessa yhteistyössä on voimaa! *Uusi tietoisuus* -skenaariossa ihmiskunta havahtuu lukuisten konfliktien ja kahnausten kautta uusiin toimintatapoihin ja elämäntyyliin valjastaen nousevat teknologiat käyttöönsä tavalla, joka torjuu ilmastonmuutosta ja edistää ihmisten keskinäistä yhteistyötä.

# RADIKAALIT STARTUPIT 2050

Radikaalit startupit ovat muodostaneet uusiutuvaan energiaan nojaavia yhteisöjä, joilla on avainrooli taloudessa ja koko yhteiskunnassa. Startupit ovat tunnettuja kulttuuristaan, arvoistaan ja kunnianhimoisista tavoitteistaan. Ne ovat pikemminkin verkostoituneita heimoja, kuin yrityksiä. Työn ja vapaa-ajan sekä eri startup-yritysten välillä ei ole jyrkkiä rajoja, vaan avoimen yhteistyön henki vallitsee koko yhteiskunnassa.





Kuva: Katja Makkonen ja  
Maiju Kolisoja (Days Agency)

Startup-yrittäjät ovat positiivisia luovan tuhon airuita, jotka synnyttävät toiminnallaan uusia prosesseja, palveluita ja tuotteita. Startup-yritysten suotuisa kasvu edellyttää niiltä radikaalia ajattelua ja vahvaa motivaatiota sekä kykyä havainnoida kysynnän ja toimintaympäristön muutoksia, uudistaa tuotteita, teknologioita ja toimintamallejaan. Radikaalit startupit 2050 -skenaariossa yritykset, sijoittajat ja kaupungit ovat keskeisiä toimijoita – ja aikaansaavat startup-vallankumouksen. Nämä toimijat ovat mukana luomassa ketteriä ja innovatiivisia energiaratkaisuja. Aurinkoenergiastartupit ovat esimerkkejä varhaisen kasvuvaiheen yrityksistä. Raja yritysten ja muun yhteiskunnan välillä on liudentunut. Yritysten toiminnan lippulaivoja ovat hakkerieetos ja avoin lähdekoodi keskellä kaaosta, kompleksisuutta ja ristiriitoja. Lisäksi media, freelancerit ja kuluttajat ovat tärkeässä roolissa. Kaikki toiminta ilmentää syväekologista ajattelua.

## STARTUP-VALLANKUMOUS

Startup-yritykset verkostoineen ovat matkalla vuoteen 2050 luoneet vinhaa vauhtia uutta taloutta. Nyt, vuonna 2050, ne ovat läsnä kaikkialla. Ne ovat syrjäyttäneet jopa Amazonin, Applen, Googlen ja Facebookin kaltaiset teknologiajätit. Niiden nousuun on vaikuttanut kolme keskeistä kehityskulkua. Ensinnäkin, Facebookin ja Googlen noustua hallitsevaan, lähes monopoliasemaan, suuria teknologiayrityksiä vaadittiin avaamaan tietonsa julkiseen käyttöön lakiteitse.<sup>57</sup> Näin pienyrityksille avautui runsaasti mahdollisuuksia uusien tuotteiden ja palveluiden kehittämiseen. Toiseksi, kun kuluttajien kysyntä on entisestään monipuolistunut, erilaiset erikoistuneiden niche-markkinoiden palvelut ja tuotteet kukoistavat. Haluavathan ihmiset olla omilla ehdoillaan osa mielekkäitä ja autenttisia elinympäristöjä. He haluavat myös työskennellä siellä, missä parhaaksi katsovat. Tähän huutoon ketterät startupit vastaavat suuryrityksiä notkeammin. Näin innovatiiviset startupit ovat vähitellen vallanneet isommiltaan markkinoita. Kolmanneksi, hajautettu uusiutuvan energian järjestelmä tarjoaa puhdasta ja (lähes) ilmaista energiaa, joten startupien ja pienyritysten toimintaedellytykset ovat maailmanlaajuisesti helpottuneet. Samalla yhteiskuntaa hallitsee tunne jatkuvasta muutoksesta.



**Kriittinen tapahtuma:**  
Teknologian jättyyritykset pakotetaan avaamaan tietovarantonsa vuonna 2023

Uusiutuvien energialähteiden sähköistetyistä virrasta ammentava automatisaatio ja kaikkialle levinnyt tekoäly ovat 2030-luvulla alkaneet huolehtia tuotantoprosesseista ja arvonluonnista. Käsitetykset työstä sekä yritysten tehtävistä ovat muuttuneet, ja startup-yritysten rooli taloudessa on korostunut. Kun ennen startupit pyrkivät nopeaan, eksponentiaaliseen kasvuun, tämän päivän startup-yritykset ovat kasvuodotuksissaan maltillisempia. Ne pyrkivät muuttamaan maailmaa ja sosiaalisia käytäntöjä, eivätkä ensisijaisesti tavoittele uusia ansaintamahdollisuuksia. Ne ovat identiteetiltään ennen kaikkea kulttuurisia ja sosiaalisia olentoja, eivät taloudellisia toimijoita – toimivathan ne runsauden ja avoimen tiedon maailmassa.

<sup>57</sup> Tieto on tulevaisuuden valuuttaa. Erityisesti paikkatiedon, big datan ja tekoälyn yhdistämisestä voi syntyä uutta liiketoimintaa, ks. Muhli et al. (2017).



Startupien arvo perustuu niiden luomaan kulttuuriseen ja yhteiskunnalliseen merkitykseen sekä maineeseen, ei välittömiin tuotto-odotuksiin. Startupit vastaavat kuluttajien huutoon uusilla ideoilla, arvoilla, kulttuurisilla elämyksillä ja käytännöillä, jotka ovat niiden tuotteita ja palveluita. Startupit ovat radikaaleja, koska ne pyrkivät jatkuvasti uudistamaan kulttuuria ja vuorovaikutuksen tapoja. Onnistumista mittaavat idean uutuus, tehokkuus, ekologisuus ja houkuttelevuus. Tämä ei silti tarkoita taloudellisten näkökohtien katoamista, vaan tulevaisuuden talous on jakamis- ja rahatalouden sekoitus, missä ekologisuus, hyödyllisyys ja markkina-arvo kietoutuvat toisiinsa. Harvinaisista tuotteista ja palveluista maksetaan, kun taas monet yleiset hyödykkeet ovat käytännössä ilmaisia.

Avointen verkostojen ja avoimen lähdekoodin periaatteiden leviäminen laajalle on sekin mullistanut maailmaa. Ensimmäisen startup-buumin aikaan 2000-luvun alussa menestyneiden startupien kasvu pysähtyi tai ne päättyivät suuryritysten ostamiksi. Startup-ekosysteemin kypsyttyä ne seisovat yhä useammin omilla jaloillaan, apunaan avoimuutta huokuva yhteistyö eri startup-yritysten välillä. Startupien valta on kasvanut hiljalleen, ja 2020-luvun lopulla ne jo muovaavat sosiaalisia suhteita ja yhteiskunnallisia arvoja. Startupit toimivat vertaisuuden käytänteiden ja kulttuurin edistäjinä – solmukohtina, joiden ympärille vertaisyhteisöt alkavat muodostua. Startup-vallankumouksen edetessä ne muovaavat peräti kokonaisia kulttuureita, kun koko yhteiskunta uudelleen järjestäytyy horisontaaliseksi vertaisverkoksi, missä yhteistyö toimii tehokkaasti.

Avoimuuden ansiosta startupit ovat yhteisöllisiä. Piilaaksomaisesti startup-kollektiivit hyödyntävät yksilöiden vapautumisen, luovuuden, yhteisöllisyyden ja verkottuneisuuden käytäntöjä. Startupien tiheä verkosto luo elinvoimaisen yritys- ja innovaatioekosysteemin. Työntekijöillä on valtavasti itsenäisyyttä, he voivat ilmaista aidosti itseään ja tehdä mielekkäinä pitämiään asioita ja kollegalta on helppo kysyä neuvoa. Startupit suosivat tasa-arvoisuutta, välttävät hierarkioita ja byrokratiaa sekä erikoistuvat niche-markkinoihin<sup>58</sup>. Näistä arvoista on tullut yhteiskunnan valtavirtaa.

## STARTUPIT MURTAVAT YRITYSMAAILMAN JA MUUN YHTEISKUNNAN MUURIN

Startup-yrityksissä työskentely on vapaa-ajan tyyppistä, ja työntekijöitä kannustetaan tuomaan esiin harrastuksiaan sekä vapaa-ajan kiinnostuksen kohteita. Startup-yhteisöt keksivät yhä vakuuttavampia ja innovatiivisempia tuotteita ja palveluita, kun ne luovat elämäntavoistaan liiketoimintaa. Uudessa yrityskulttuurissa harrastus ja työ sekoittuvat; startupit ruokkivat ja parantavat ihmisissä piilevää potentiaalia, ne ovat aineettoman ja sosiaalisen pääoman keskittymiä. Toisaalta antaumus ei ole täysin ongelmatonta, sillä työ startupien eteen haukkaa helposti suuren roolin ihmisten elämässä.

2020-luvun kuluessa henkinen raja-aita yritysten ja muun yhteiskunnan välillä haihtuu kokonaan. Kuluttajat vaativat yrityksiltä arvoihin nojaavaa suoraselkäisyyttä, eettisyyttä ja esteettisyyttä – aivan kuin toisiltaan. Aitoudesta tulee uuden sukupolven startup-yrityksiä ohjaava johtotähti. Uudet yritykset seisovatkin lujasti sen takana, mihin ne uskovat. Startupit muistuttavat monin tavoin menneiden aikojen protesti- ja kansalaisliikkeitä, ne eivät yritä miellyttää kaikkia. *”Hyvän tekemisen sijaan, että tekisimme voittoa”* on muodostunut monien startup-yrittäjien iskulauseeksi. Talouden mittareiden rajallisuuden tunnistaminen on nopeuttanut uusien, kokonaisvaltaisten hyvinvoinnin mittareiden käyttöönottoa. Ympäristön ja ihmisen hyvinvoinnista on tullut synonyymi edistykselle.<sup>59</sup>

58 Perinteiset yritykset sitä vastoin tavoittelevat massoja.

59 Jo nykyisin edistystä mittaa The Happy Planet Index (HPI). Bruttokansantuotteen sijasta (BKT) HPI-mittari huomioi

## AVOIN LÄHDEKODI, HAKKERIEETOS JA NORMAALINJÄLKEISYYS

Avoimen lähdekoodin periaatteisiin nojaavissa projekteissa on usein paljon ihmisiä ja ne muuttuvat jatkuvasti. Ne sytyttävät laajempia yhteiskunnallisia muutoksia. Avoimen lähdekoodin potentiaali alkoi tulla todeksi vuonna 2010, kun Tesla, LinkedIn, Facebook ja Microsoft omaksuivat sen liiketoiminta- ja kehitystyöhönsä. Pikkuhiljaa avoin lähdekoodi levisi ohjelmistomaailmasta kaikille toimialoille. Suomessa eräs avoimen lähdekoodin edelläkävijöistä oli Assembly-tietokonefestivaalin demoskene. Siellä kuka tahansa pääsi tarjoamaan avoimissa kehityshankkeissa asiantuntemustaan, ja palkkioksi koodaaja sai osuuden hankkeen voitoista.

Hakkerieetoksen ytimessä puolestaan on pyrkimys ymmärtää kompleksisten järjestelmien toimintaa – olivatpa ne sitten tietokoneita, koodia, politiikkaa, tai mitä hyvänsä. Niin kutsutun hakkeroinnin tavoitteena on muokata ja kehittää erilaisia käytäntöjä. Hakkeroinnin ajatuksella on positiivinen kaiku. Se ravistelee vakiintuneita rakenteita, käytäntöjä ja ajatusprosesseja. Hakkerieetos onkin tärkeä innovaatioiden ja tuottavuuden lähde, joka ajaa muutoksia ja jouduttaa laaja-alaista murrosta.

Osin startupienkin voimasta yhteiskunta on muuttunut epävakaaaksi ja muuttuu jatkuvasti. Sitä luonnehtii normaalijälkeisyys – kaaos, kompleksisuus ja ristiriidat. Startup-yritysten radikaalisuus juontuu osin tästä epävarmuudesta. Radikaalius tarkoittaa ilmiöiden juurisyihin ja perusoletuksiin pureutuvaa ajattelutapaa<sup>60</sup>. Startupien edistyksellisyys, muutoshalu ja tulevaisuuteen suuntautuneisuus on luonut yhteiskunnan, joka on jatkuvassa muutostilassa ja jossa on vain vähän vakaita, ylläpitäviä rakenteita. Niiden liiketoiminta perustuu odotuksiin aivan uudeltaisesta tulevaisuudesta sekä siitä nousevista mahdollisuuksista.

## FREELANCE-TALOUS JA UUSI PREKARIAATTI

Prekaarisuus eli työpaikan epävarmuus vallitsee jatkuvan muutoksen yhteiskunnassa. Vuonna 2050 lähes puolet työskentelee freelancereina ja alihankkijoina, ja toinen puoli työvoimasta on yritysten ja järjestöjen palveluksessa. Uusien alustojen ansiosta startup-yritykset löytävät lahjakasta työvoimaa ja freelancerit saavat säännöllistä toimeentuloa. Freelancerit luovat mikroyrityksiä työllistääkseen itsensä tai kenties kourallisen ihmisiä. Toimistohotellit ja yhteistyöskentelytilat<sup>61</sup> tarjoavat freelancereille yhteisön, tukea ja resursseja. Työpaikan suoma työyhteisö, etuisuudet ja tukipalvelut ovat yhä harvemman ylellisyys.

Maailman muutosta ja epävarmuuden aiheuttamia lieveilmiöitä torjutaan usein keinoin. Mikrolainat ja joukkorahoitus ruokkivat mikroyritysten ekosysteemiä. Startup-yrittäjän ja -työntekijän tulot koostuvat usein monesta eri lähteestä, joten heiltä edellytetään eteviä verkostoitumistaitoja. Jokaisella on nyt oikeus perustuloon. Siksi tilapäinen työttömyys tai liiketoiminnan epäonnistuminen ei ole iso juttu – epävarmuuteen on varauduttu. Uuden liiketoiminnan perustaminen on lisäksi varsin

---

ihmisen hyvinvoinnin ja ympäristövaikutukset. Sen otti käyttöön New Economics Foundation (NEF) heinäkuussa 2006.

Vuonna 2050 mittari on edelleen kehittynyt ja sitä on muovattu niin, että siihen sisältyvät poliittiset vapaudet, ihmisoikeudet ja oikeus mielekkääseen työelämään.

60 Latinan sana *radex* = juuri, *radicalis* = juureen menevä.

61 Englanniksi: *co-working spaces, hubs, living labs* tai jopa *makerspaces*.

helppoa, kun jakamistalous pitää kustannukset alhaisina. Robotit ja keinoöly tehostavat resurssien käyttöä, ja erittäin tehokas puhtaan energian järjestelmä pitää tuotanto- ja elinkustannukset alhaisina.

Eräät startupit hallitsevat epävarmuutta ja jatkuvaa muutosta pitkän tähtäimen projekteilla. Kun menestys perustuu odotukseen erilaisesta tulevaisuudesta, kunnianhimoisimmat yritykset jaksavat odottaa hyvinkin pitkään. Jeff Bezosin ”The Clock” -atomikello on suunniteltu kestäämään tuhansia vuosia. Sijoittajilla on keskeinen rooli: kun ne sijoittavat pitkällä tuotto-odotuksella, ne katsovat seuraavaa vuosineljännestä pidemmälle. Yksittäisiä yrityksiä voi tulla ja mennä, mutta sijoittajat varmistavat, että pitkän aikavälin tavoitteet etenevät. Moni 2000-luvun alun perinteisistä energiayhtiöistä omaksuu tulevaisuuteen katsovan sijoittajan roolin. Sijoitusrahastot luovat vakautta muuttuvassa toimintaympäristössä. Rahoitusyhtiöistä tulee alustoja, jotka hallinnoivat liittoumia, yhteyksiä ja tiedon virtoja eri yritysten välillä. Bisnesenkelit eivät vain sijoita rahojaan – he ovat visionäärisiä mentoreita, jotka osallistuvat liiketoimintasuunnitelmien laatimiseen.

## SYVÄEKOLOGIA YHTEISKUNNALLISEN MUUTOKSEN AJURINA

Vuoteen 2050 mennessä ekologinen elämäntyyli on yleistynyt laajamittaisesti. Useimmat kansalaiset ovat omaksuneet niin kutsutun syväekologisen maailmankuvan, johon kuuluu näkemys elolisten olentojen itseisarvosta. Kaikki olennot ovat itsessään arvokkaita, eikä niiden arvoa määritä instrumentaalinen hyöty ihmisten tarpeisiin. Kasvissyönnin ja erityisesti vegaaniuden leviäminen 2010-luvulla oli yksi ensimmäisistä heikoista signaaleista. Nyt ymmärretään yleisesti, että elämän olemassaolo riippuu muista ekosysteemiin kuuluvista eliölajeista. Luonnossa ajatellaan vallitsevan hienovarainen tasapaino kompleksisten suhteiden välillä.

Syväekologisten startupien synty on oire ajan hengestä. Jo 2010-luvulla moni kaipasi syvempää merkityksellisyyden kokemusta elämässään ja uudentyypistä hengellisyyttä. Kun tietoisuus ekologisesta kriisistä kasvoi, syväekologiaan liittyvät ajatukset saivat yhä enemmän sijaa. Aluksi syväekologinen ajattelu oli lähinnä startupien markkinointikeino – uskottavuuden, aitouden ja moraalisen aseman saavuttamiseksi. Vähitellen siitä kasvoi kiinteä osa yrityskulttuuria, ja startupit vahvistivat asemaansa syväekologisen ajattelutavan edelläkävijöinä. 2030-luvulla startupit alkoivat olla sidoksissa kansalaisyhteiskuntaan ja edistää avoimuutta kaikilla elämän osa-alueilla. Tällaiset startupit eivät panttaa sosiaalisia innovaatioitaan ja ratkaisujaan vaan yrittävät levittää niitä mahdollisimman laajalle. Jatkuva kommunikointi muiden ihmisten kanssa vahvistaa käsitystä siitä, että yksilön tulevaisuus on sidoksissa kaikkiin muihin.



Syväekologiset arvot alkoivat muuttaa toimintatapoja koko yhteiskunnassa. Sitoutumalla luontoon ja näkemällä luonnon itsessään arvokkaana ihmiset kokivat olevansa osa jotain itseään suurempaa. Ympäristövaikutukset integroitiin hintoihin. Kun investoinnit alkoivat virrata ekologisesti älykkäisiin startup-yrityksiin, seurauksena oli mullistus markkinoilla. Aikaisemmin kuluttajat valitsivat ympäristöystävällisiä tuotteita ja palveluita vain, jos ne olivat käytännöllisiä ja riittävän halpoja. Ekologisuus ei ollut ensimmäinen, toinen tai edes kolmas kriteeri tuotteen valinnassa. Radikaalien startupien maailmassa ekologisesta kestävyydestä on noussut ylivoimaisesti tärkein valintakriteeri.

Uudelle yrittäjäsukupolvelle hiilineutraalius ja uushiilisyys ovat uuden liiketoiminnan standardi. Design-suuntautuneet startupit raivaavat esiin uuden, ekologisuuksiin huokuvan visuaalisen kulttuurin. Uuden visuaalisen kulttuurin eräs edelläkävijä energia-alalla on Amager Bakke -niminen jätteenpolttolaitos Kööpenhaminassa. Polttolaitoksella on laskettelurinne, sen ulkoasu ei muistuta tavanomaisia voimalaitoksia ja erikoisefektinä sen savupiippu puhalttaa savunrenkaan joka kerta, kun ilmaan vapautuu tonni hiilidioksidia – muistutus arjessa paikallisille asukkaille hiilijalanjäljen minimoinnista. Voimat on suunniteltu arkkitehtonisesti laadukkaiksi ja kohteiksi, joista voi oppia.

Useimmat startupit ovat mieleltään globaaleja, mutta ne tarjoavat ensisijaisesti palveluja paikallisiin tarpeisiin ratkaisten paikallisia ja alueellisia ympäristöongelmia. Lisäksi uusi syväekologinen eetos kannustaa ihmisiä elämään mahdollisimman paikallisesti. Kaupungit nousevat yhä ratkaisevampaan rooliin: ne menestyvät, jos ne onnistuvat houkuttelemaan innovatiivisia yrityksiä. Useimmat niistä erikoistuvat: eräät houkuttelevat luovan talouden yrityksiä, toiset puolestaan energia-alalta. Melko riippumattomina kansallisista säännöksistä ne ovat keskisarjan poliittisia toimijoita, jotka vauhdittavat politiikan, kulttuurin ja talouden murrosta.

## UUSHIILISTEN STARTUPIEN MAAILMA

Uusiutuvien energialähteiden hyötysuhteen parantuminen on jatkunut ja niiden kasvava hyödyntäminen ravisuttanut koko energia-alaa. Aurinkoenergian palveluyritykset ovat vauhdittaneet uusiutuvan energian startup-buumia. Seuraavana kilpailukohteena on auennut energian varastointi. Uudet radikaalit energiastartupit panostavat akkutekniikkaan, uushiilisiin varastointiratkaisuihin, keinotekoiseen fotosynteesiin sekä energian haravoimiseen ympäristöstä. Energian varastoinnin markkinat ovat laajenneet, kustannukset laskeneet ja voitot lisääntyneet. Näin on syntynyt mahdollisuuksia erikoistumiseen ja kokonainen palvelusektori muun muassa räätälöitävälle energian varastoinnin ratkaisuille. Nämä ratkaisut yhdistyvät lukuisiin energian varastoinnin arvoketjuihin ja klustereihin, joissa yritykset toimivat vuorovaikutuksessa ja tuottavat yhdessä kasvavia voittoja.

Hyvin hajautetussa energiajärjestelmässä kuluttaja-tuottajat tuottavat valtaosan tarvitsemastaan energiasta. Mikrotason energiatarkeisujen läpilyöntiä on vauhdittanut avoin data ja startupien tietoinen keskittyminen paikallisiin energiaresursseihin. Edistysaskeleet teollisissa ekosysteemeissä ovat alkaneet tukea jätevirtojen hyödyntämistä jopa pienyrityksissä. Aluksi vähäiset investoinnit sähköverkkoihin johtivat verkkojen ylikuormittumiseen ja häittäsivät energiemarkkinoiden toimintaa. Nyt tieto- ja viestintätekniikka ja älykkäät sähkölaitteet, kehittynyt automaatio sekä uudet hinnoittelutavat mahdollistavat pientenkin kuluttajien ja tuottajien reaaliaikaisen energiakaupan.

Vuonna 2050 tavaroiden ja ihmisten kuljetustarpeet ovat vuosituhannen alkuun verrattuna vähentyneet, koska tuotanto on pääosin paikallista ja alueellista sekä digitaaliset älyratkaisut laajalti käytössä. 3D-tulostimet ovat valloittaneet niin kotitaloudet kuin teollisuuden. Tämä mahdollistaa hyperlokaalisen, erikoistuneen ja tehokkaan tuotannon – esimerkiksi aurinkopaneelien valmistamisen paikallisesti. Kun tulevaisuuden startup-ihminen ei kävele, hölkkää tai pyöräile, hän liikkuu sähköisillä ajoneuvoilla – usein yhteiskäyttöisesti – niin pienillä kuin suurillakin kaupunkiseuduilla.

### Kysymyksiä pohdittavaksi:

- Miksi ihmiset hakeutuvat startup-yrityksiin?
- Millä erilaisilla tavoilla startup-yritysten radikaalius ilmenee?
- Pohdi tapoja, joilla tulevaisuuden startup-yritykset ilmentävät syväekologista ajattelua.
- Minkälaista tukea syväekologiset kasvuyritykset tarvitsevat (usein niukoista) kansallisista tai kansainvälisistä innovaatiopanoksista?
- Miten radikaalien startup-yritysten ääni pääsee kuuluviin, jos yritysmaailman etua ajavat tyypillisesti suuryritysten edustajat?





Kuva: Katja Makkonen ja  
Maiju Kolisoja (Days Agency)

# ARVOVETOISET TEKNOJÄTIT 2050

Globaaleista teknologiayrityksistä on edullisen uusiutuvan energian, teknologisen kehityksen, edullisten tuotantokustannusten ja tehokkaan markkinoinnin ansiosta tullut kansallisvaltiot syrjäyttäviä valtakeskittymiä. Näiden teknojättien sisällä on valtavasti vertaistoimintaa. Ne ilmentävät piilaaksomaista unelmaa vapaudesta, luovuudesta ja avoimesta lähdekoodista, vaikka samalla pyrkivät hallitsemaan taloutta ja kulttuuria. Yritysten sisällä resursseja jaetaan varsin vapaasti, mutta maailma on edellistä skenaariota sulkeutuneempi.

Suuret teknologiayritykset – niin kutsutut teknojätit – ovat avaintoimijoita Arvovetoiset teknojätit 2050 -skenaariossa. Voimanpesät kuten Google, Facebook, Alibaba, Tencent, Apple ja Amazon olivat jo 2010-luvulla merkittäviä vallankäyttäjiä, jotka digitalisoituvassa yhteiskunnassa alkoivat vastata moniin ihmisten tarpeisiin. Tieto- ja viestintäteknologian räjähdysmäisen laajentumisen aikakaudella ne ovat kasvattaneet liiketoimintaansa valtavasti. Arvovetoiset teknojätit hengittävät kosmopoliittisuutta ja sijoittavat kunnianhimoisiin energia-, teknologia- ja ympäristöhankkeisiin. Työntekijät kukoistavat futuristisilla kampuksillaan ”keskittyneen” vertaistuotannon maailmassa<sup>62</sup>, mutta kehityksen kaikkein makeimmista hedelmistä nauttii kapea eliitti. Kun jättiyritysten strategiat ja toimet ovat alkaneet ohjata kehitystä, jopa kansallisvaltiot ovat alkaneet kokea asemansa uhatuksi.

## TEKNOJÄTTIEN NOUSU

Maailmanlaajuiset teknologiayritykset eli teknojätit ovat vuonna 2050 levittäneet lonkeronsa kaikkialle yhteiskuntaan. Monien uusien teknologiayritysten juuret juontavat 1990-luvulle ja 2000-luvun alkupuolelle, mutta niiden yhteiskunnallisen mahdin merkit paalutettiin 2010-luvulla. Jo pitkään niiden voitot ovat ylittäneet monien valtioiden bruttokansantuotteet, mutta tietotalouden myötä ne levittäytyivät kaikille elämän osa-alueille, aina yksityiselämää myöten. Ne eivät olleet enää vain hakukoneita, vaan yhtäkkiä osa älykkäiden kaupunkien edellytyksiä, oppimiskäytäntöjä, vapaa-aikaa – ja teollista tuotantoa. Teknojätit ilmentävät vapautta ja luovuutta, ja satsaavat voimalla näiden pyrkimysten edistämiseen.

Arvovetoiset teknojätit toteuttavat resurssiensa ansiosta myös laajoja, rohkeita ja kokeellisia tiedeprojekteja. Mikään kysymys ei ole niille turha – itsejyvät autot, ikääntymisen ratkaisut ja avaruusmatkailu ovat niille vain optimoitavia pähkinöitä. Teknojättien dominanssin varjopuoli on vallan ja resurssien keskittyminen. Jo niiden silkka koko saa ne ohjailemaan taloutta ja kulttuuria. Lisäksi yhteistä hyvää julistaen ne hivuttautuvat mahdollisimman lähelle kansalaisten arkea. Ne saavat yksityiskohtaisia, jopa intiimejä tietoja kansalaisten, yritysten ja järjestöjen käyttäytymisestä sekä monenlaisista teknologisista järjestelmistä. Juuri tämä erottaa teknojätit aikaisemmista monikansallisista yhtiöistä.

## ARVOVETOINEN TEKNOJÄTTI VAUHDISSA

Facebookin toimitusjohtaja Mark Zuckerberg julkaisi helmikuussa 2017 manifestin Facebookin yhteiskunnallisesta tehtävästä. Siinä kuvataan, kuinka Facebook haluaa tarjota ”yhteiskunnallisen infrastruktuurin” koko maailmalle ja ratkaista maailmanlaajuiset ympäristöhaasteet:

---

62 Vertaistuotanto voidaan vertaisverkkojen avulla järjestää myös ”keskitetysti”. Mikä tahansa yritys voi vertaisuuden periaatteisiin nojautuen antaa työntekijöilleen mahdollisuuden itseorganisoitua. Samalla tällaiset yritykset voivat tehdä yhteistyötä ja vaihtaa avoimesti muiden yritysten kanssa – ainakin ei-elintärkeitä tietoja. Yritykset hyötyvät vertaistason käytännöistä, koska niiden etu on valjastaa ja yhdistää lahjakkaiden yksilöiden erilaiset motivaatiot, hallita sisäisen ja sosiaalisen motivaation sekä aineellisten etujen välistä herkkää tasapainoa sekä sosiaalista koskemattomuutta tarjoamalla yhteistä tietämystä, identiteettiä ja sosiaalista merkitystä, joka pitää ryhmät yhdessä. Tämä on vertaisuuteen pohjaavan yritysmuotoisen toiminnan etu ad hoc -verkostoihin verrattuna.



*”Suurimmat mahdollisuutemme ovat nyt globaaleja – kuten vaurauden ja vapauden levittäminen, rauhan ja ymmärryksen edistäminen, köyhyyden poistaminen ja tieteen edistäminen. Suurimmat haasteemme edellyttävät niihin vastaamista globaalisti – terrorismin lopettamista, ilmastonmuutoksen torjumista ja pandemioiden ehkäisyä. Edistys vaatii ihmiskuntaa yhdistymään – ei vain kaupunkina tai kansakuntina – vaan myös maailmanlaajuisena yhteisönä.”*

Visiollaan Facebook asemoi itsensä paitsi sosiaalisen median veturiksi, myös korostaa yhteiskunnallista tietoisuuttaan ja kykyä tarjota infrastruktuurinsa koko yhteiskunnan käyttöön. Lisäksi manifestissaan Facebook suuntaa huomion entistä enemmän yhteisöjen voimaan. Aiemmin Facebook kannusti mahdollisimman avoimeen tiedon jakamiseen, päivityksiin, tykkäämisiin ja kommentointiin lähinnä ystävien kesken, mutta nyt keskiössä ovat yhä enemmän Facebook-yhteisöt. Ne kannustavat toimintaan ja vuorovaikutukseen fyysisessä maailmassa.

Myös Amazonin tarina on paljastava. 1990-luvun verkkokaupasta se on laajentanut toimintaansa myös päivittäistavarakauppaan, puheaktivoitaviin henkilökohtaisiin avustajiin, videolähetyksiin, musiikkiin ja peleihin, muotiin, tuotantostudioihin, elintarvikkeiden toimituksiin sekä digitaalisiin koulutuspalveluihin. Amazon on asemoitunut arkeemme erityisesti pilvipalveluiden ansiosta. Maksua vastaan se antaa kenen tahansa myydä lähes mitä tahansa sen alustaa ja logistiikkainfrastruktuuria hyödyntäen. Sen vilkkaassa ekosysteemissä on valtava kirjo teollisuudenaloja ja yhä enemmän ruohonjuuritason toimijoita.

Kenties kunnianhimoisin teknologian jättiläinen on kuitenkin Google – tai sen emoyhtiö Alphabet. 2010-luvulla enää harva muisti, että alun perin yritys tunnettiin pelkkänä hakukoneena. Googlen hallintomallissa osakkeenomistajilla on vain vähän valtaa. Sen perustajat ja johtajat veivätkin yrityksen kunnianhimoisiin pitkän tähtäimen projekteihin, joissa teemoina ovat esimerkiksi kuolematonmuus, kehittyneen robotiikan sovellukset ja nousevat energiateknologiat. Vuonna 2017 strategian kärjeksi valikoitui tekoäly. Tulevaisuudessa yrityksen tarjoamat keinoälyratkaisut ovat kaikkialla. Vuonna 2050 ne kuuluvat ihmisen arkeen kuin toiset, lähes yli-inhimilliset aivot eikä esimerkiksi taloudellista tuotantoa voi ajatellakaan ilman Google/Alphabetin tekoälyn tarjoamia palveluja.



**Kriittinen tapahtuma:**

Teknojätit käyttivät massiivisia liikevoittojaan puhtaiden teknologioiden tutkimus- ja kehitystyöhön 2020-luvun alussa

Kun sosiaalisen median yritykset ja teknologiajätit alkoivat luoda omia yhteisöjään, halusivat ne ohjata yhä voimallisemmin sosiaalisia suhteita. 2020- ja 2030-luvuilla maailma kehittyi yhä teknologiaavetoisemmaksi. Teknojäteille annettiin lupa huolehtia aiemmin julkisen sektorin ja pienyritysten suorittamista tehtävistä. Koska suuryrityksiin oli kasautunut valtavasti resursseja, tietoa sekä sosiaalista ja kulttuurista pääomaa, ne saivat etulyöntiaseman huipputeknologioiden valjastamiseen. 2050-luvulla terveydenhuollon palveluita tarjoavat pääasiassa teknojätit aina ennaltaehkäisystä jälkihoitoon – ja jopa hautajaispalveluihin. Uusiutuvan energian ja tekoälyn eri muotojen ansiosta

nämä teknojätit ovat maailman uusia voimakeskuksia. Nyt vertaisuus porskuttaa voimallisena teknojättien syleilyssä.

## VERTAISUUS KUKKII TEKNOJÄTTIEN SISÄLLÄ

Arvovetoiset teknojätit mieltävät itsensä pöhinäkeskuksina. Luovassa ja aineettomassa taloudessa vertaistuotanto on osoittautunut tehokkaimmaksi tavaksi järjestää tuotanto. Googlen ns. 20 prosentin työaikapolitiikka salli jo 2000-luvun alussa työntekijöiden omistaa yhden päivän työviikosta omien projektiansa edistämiseen. Teknojätit tarjoavat resursseja, tiloja ja välineitä ja antavat työntekijöilleen lähes täydet vapaudet toteuttaa kiinnostuksensa kohteita niiden sateenvarjon alla. Niiden sisäiset yhteisöt tarjoavat perustan yksilöiden identiteettiprojekteille. Ennen kansalliset samaistuvat kansallisiin kulttuureihin, nyt teknojätteihin.

Teknojättien yrityskampuksilla villitsee tehokkuuden, optimoinnin, ilon, pelillisyyden, valvonnan ja vapauden cocktail. Teknokampukset ovat valtavia tietotaidon kohtaamispaikkoja, mikä luo hedelmällisen maaperän itseorganisoiduille ja omaehtoisille hankkeille. Tietotyön tekijät muuttavat niihin perheensä ja lemmikkinsä, sillä ne tarjoavat virkistys- ja vapaa-ajan mahdollisuuksia moneen lähtöön. Vierailijoille viihtyisissä puolijulkisissa tiloissa on mukavuuksia lapsiparkista koirahotelliin. Vuonna 2050 ne ovat kaupunkimaisia kymmenien tai peräti satojen tuhansien asukkaiden keitaita. Ne ovat kuin uusia kaupunkivaltioita, jotka noudattavat omaa lainsäädäntöään, päätöksenteko- ja hallintomenettelyitä.

Vuonna 2050 vertaisuuden ja vertaisverkkoihin pohjaavat mallit kukoistavat – paradoksaalista kyllä – kattavan valvonnan parissa. Varsin avoimista ja demokraattisesta päätöksenteko- ja hallintokäytännöistään huolimatta teknojätit eivät noudata samoja demokraattisia periaatteita kuin kansalliset valtiot. Lisäksi teknojätit seuraavat työntekijänsä jokaista liikettä ja yksityisyyttä pidetään muinaisena käsitteenä. Tosin työntekijöille – tai siis yritysten jäsenille – tämä on yhdentekevää, sillä he ovat yrityksiinsä hyvin sitoutuneita.

## KOSMOPOLIITTISUUS KORVAA NATIONALISMIN

Teknojättien yrityskulttuurit ovat kosmopoliittisia ja markkinat maailmanlaajuisia. Kasvava keskiluokka on osin tasoittanut teknojättien tietä vallankahvaan. Keskiluokkaan itsensä mieltävät arvostavat työnsä luovuutta, vapautta ja itsenäisyyttä, mutta samalla kaipaavat vakautta ja ennustettavia tulevaisuuden näkymiä. Teknojätit tarjoavat näitä molempia. Niiden yrityskulttuurit ovat kauan odotettu vastaus kansallisten kulttuurien heikentymiselle, etsiväthän ihmiset yhä suuria kertomuksia ja emoyhteisöjä luomaan merkityksiä heidän elämäänsä.

Vaikka teknojätit ovat vaikuttaneet voimakkaasti kansalliseen lainsäädäntöön ja kansallisvaltioiden autonomia on vähentynyt, valtioilla on yhä roolinsa teknojättien vastavoimana. Ne nähdään neutraalina vipuvoimana: ne torjuvat hallitsevien monopolien syntymistä, tarjoavat pääomia ja vakuuksia uusille yrityksille mallilla, joka muistuttaa matalakorkoisia opintolainoja sekä antavat kansalaisilleen

yrittäjäveroin rahoitettavan perustulon. Valtioilla onkin tärkeä rooli talouden ja koko yhteiskunnan pitämisessä elinvoimaisena. Tästä huolimatta ne pitäytyvät visusti poissa määrittämästä yritysten saanelemia arvoja, kulttuuria ja toimintatapoja. Valtiot ovat teknojättien edut turvaamaan valjastettuja yövärtijoita. Lainsäädäntö turvaa teknojättien edut, takaa niille erittäin vahvan omistusoikeuden keksintöihin – ja estää niiden toiminnan kyseenalaistamisen tai kapinoinnin niitä vastaan.

Kosmopoliittisuus ja globaali näkökulma koskee myös politiikkaa. Bisnesvetoisessa maailmassa teknojätteistä on tullut *de facto* globaalien päätöksenteon johtajia. Globaalien yritysjohtajien verkostot ovat kuin organisaation sykkivä, itse itsensä nimittävä globaali hallitus. Aivan kuten aurinko- ja tuulienergia varhaisessa kehitysvaiheessaan eräissä maissa, uushiilisyden teknologiat ovat yrityksiä suosivassa maailmankauppajärjestelmässä nollatariffisia. Yhdistyneet Kansakunnat (YK) on menettänyt merkityksensä. Kulttuurisen valtatyhjiön seurauksena maailma on poliittisesti hajallaan ja alueellistunut uudelleen. Teknoyritysten kamppailut eri puolilla maailmaa tuovat paikallista väriä muuten varsin homogeeniseen kosmopoliittisuuteen.

Sähkömarkkinat ovat globaalisti integroituneita. Sähkön hajautettu päästötön tuotanto ja toisaalta maailmanlaajuinen kauppa on tuonut markkinoille tehokkuutta ja alentanut energian hintoja. Kaikilla olevan edullisen energian runsaus ja riipeä globaali talouskasvu ovat johtaneet vakavaan takaisinkytkentään: materiaalin tuotanto ja kulutus ovat nimittäin kasvaneet merkittävästi. Vuoden 2050 ympäristöpolitiikka keskittyykin erityisesti luonnonvarojen liiallisen kulutuksen ratkaisemiseen.

## EPÄTASA-ARVO SYVENEE

Köyhyys on suhteellista, sillä kehittyneen teknologian ansiosta lähes kaikki kansalaiset elävät kehittyneissä maissa materiaalisessa yltykkylläisyydessä. Tavalla tai toisella teknojätteihin kuulumattomat ovat silti usein vähemmän etuoikeutettuja uusiin teollisuuspatruunoihin verrattuna. Perustulo takaa hyvinvoinnin, mutta työntekijöiden osuus kansantulosta on vuonna 2050 ennätysalhainen. Maailma elää uutta kulta-aikaa, jossa varallisuus ja yhteiskunnallinen asema peritään, ja rikkaiden ja köyhien väliset tuloerot ovat mittavat. Silti vapaa kansalaisyhteiskunta – joskin pieni ja usein passiivinen – lausuu yhä mielipiteitään vastapainona teknojättien ylivallelle. Vastavetona teknojätit ovat omineet terrorismi-termin kuvaamaan aloitteita, jotka kyseenalaistavat niiden arvojohtajuuden.

Joukkorahoitus on elintärkeä työkalu kansalaisyhteiskunnan tee-se-itse -hankkeille, joita usein käytetään erilaisessa tietoverkkotoiminnassa – ja jopa teknojättien ylivaltaa kyseenalaistavassa terrorismissa. Uudet teknojätteistä riippumattomat innovaatiohubit ovat heikko signaali, jonka vaikutuksia vasta arvaillaan. Ihmeellistä kyllä, teknojätit joskus jopa rahoittavat vastakulttuurin hankkeita. Ne näkevät niiden ruokkivan uteliaisuutta, kokeellisuutta ja rikkovan rajoja – ja vaativathan myös teknojättien uudet hankkeet edelläkävijyyttä ja luovuutta, joka usein kukkii valtavirran ulkopuolella. Samalla ne pääsevät rajoittamaan niiden vallankumouksellisia elementtejä. Tästä syystä teknojättien tarjoamaa rahoitusta myös kaihdetaan.

Teknologiamiljonäärit singahtavat yhteiskunnassa edistykselliseksi voimaksi, ovathan teknojättien tuotot riippuvaisia nousevista teknologioista. He ostavat sosiaalista ja kulttuurista statusta sijoit-

tamalla riskialttiisiin, mutta rohkeisiin ja urauurtaviin projekteihin sekä taiteeseen ja mediaan. Hankkeissaan he rahoittavat esimerkiksi aurinkoenergian siirtämistä avaruudesta maan pinnalle. Superrikkaat investoivat kulttuuriin ja innovaatiotoimintaan, mikä auttaa heitä kirjoittamaan nimensä historiaan nykypäivän Mediceinä. Aikakauden suurin paradoksi onkin se, että kansalaiset yhteisöineen ovat näennäisesti itsenäisempiä ja vauraampia kuin koskaan, mutta ovat kuitenkin pohjimmiltaan ”suojeluspyhimystensä” armoilla.

## TEKNOJÄTIT SYÖKSYVÄT ENERGIA-ALALLE

Ensimmäiset merkit investointikäyttäytymisen muutoksista energia-alalla havaittiin jo 2010-luvulla. Ympäristöalan yritykset alkoivat saada jalansijaa Kiinassa. Saksalainen energiayhtiö E.ON pilkkoi liiketoimintansa uusiutuvaan energiaan ja perinteiseen energiantuotantoon. Historiallisella vierailullaan Nairobissa vuonna 2015 presidentti Obama auttoi pohjoisamerikkalaisia teknologiayrityksiä allekirjoittamaan 2 miljardin Yhdysvaltain dollarin edestä aurinkoenergian toimitussopimuksia. Texasissa toimiva energiaklusteri ja Duke Energyn kaltaiset yritykset lähtivät vakavasti kehittämään energian varastointia. Nämä signaalit kannustivat suuryrityksiä arvioimaan liiketoimintamallejaan sekä kehityssatsauksiaan uudelleen.



2020- ja 2030-luvuilla talouden toimijat alkoivat hakea tuottoja yhä enemmän vähä- ja uushiilisyyteen nojaavista ratkaisuista.

Polttomoottoriautoja ei enää valmisteta lainkaan. Energia-alalle rynnistäneet teknojätit ovat valtaosin korvanneet vanhojen energiayhtiöiden liiketoiminnan. Ne ovat erikoistuneet täyden palvelun paketteihin, joissa ekologisia ongelmia kuten veden saatavuutta ja nolajäteprosesseja käsitellään kokonaisuuksina.

Teknojätit tarjoavat energian varastointia, sähköä ja maalämpöjärjestelmiä palveluina. Koska ilmasto- ja energiakriisi on yhä ratkaisematta, teknojätit ovat energiateknologian tutkimuksessa syvästi mukana.

Teknojättien tarjoamat energiatuotteet ja -palvelut ovat näennäisesti ilmaisia. Kansalaiset kuitenkin maksavat antamalla teknojäteille luvan käyttää itseään koskevia tietoja. Älykkäät energiateknologiat keräävät ihmisten käyttäytymisestä valtavia tietomääriä, jotka sitten myydään kolmansille osapuolille. Käyttäytymistietojen avulla optimoidaan aivan pienen sekä suuren mittakaavan energiankäyttöä. Kuluttajaprofilit tukevat energiapalvelujen räätälöintiä monenlaisiin tarpeisiin. Tiedonkeruuta käytetään ennen kaikkea palvelualan energiankäytön optimointiin. Ennen isojen tietomassojen aikaa palvelualan energiankulutuksesta tiedettiin vain vähän.

Vuonna 2050 yrityksissä käytettävät sähköistymiseen ja uushiilisyteen nojaavat teknologiaratkaisut neutralisoivat hiilidioksidipäästöjä. Yrityskampusten ulkopuolinen infrastruktuuri on kuitenkin suhteellisen heikossa kunnossa, jolloin energiaa tuhlaantuu. Kaikki älykkäät teknologiat eivät ole aivan kaikkien saatavilla. Kansalaiset eivät ole myöskään sydämestään sitoutuneita energia-asioihin. He olettavat, että kaikki energiajärjestelmät on automatisoitu ja ratkaisut mietitty jossain muualla. Kansalaiset arvostavat läpimurtojen merkitystä, mutta heillä on kovin vähän teknistä ymmärrystä siitä, miten ne on toteutettu. Energian kysyntä onkin älykkäistä teknologioista huolimatta suhteellisen korkea.

Vaikka varhaisissa tekno-utopistisissa haaveissa niin toivottiin, hajautetut uusiutuvan energian järjestelmät ja tieto- ja viestintäteknologiat eivät lisänneetkään ruohonjuuritason vertaisverkkojen elinvoimaa. Näin puhtaan energian murroksestakin tuli teknofuturistisella häivähdyksellä yritysvetoinen ja elitistinen.

### Kysymyksiä pohdittavaksi:

- Pohdi esimerkkejä suuryrityksistä, jotka toiminnallaan ovat aikaansaaneet positiivisia yhteiskunnallisia vaikutuksia.
- Mistä syistä monet energia-alan jätit nähdään tyypillisesti muutoksen jarruna?
- Miten voidaan varmistaa, että suuryritykset pyrkivät päästöttömän maailman muutoksiin etunojassa eivätkä sitä vastustaen?
- Entä jos suuryritysten pääkonttorit ovat tulevaisuudessa futuristisia minikaupunkeja, joissa työntekijät houkutellessaan viihtymään myös vapaa-ajallaan?
- Jos työskentelisit arvovetoisessa teknologiajätissä, miten voisit itse vaikuttaa siihen, että yrityksesi toimii uusiutuvan energian tavoitteiden hyväksi?

# VIHREÄT TEE-SE-ITSE-INSINÖÖRIT 2050

Maailmanlaajuisen ekologisen ja talouskatastrofin jälkeen kansalaiset organisoituvat omavaraisiksi yhteisöiksi pysyäkseen hengissä. He löytävät sisäisen insinöörisä. Nokkela niukkuus takaa suhteellisen runsauden: käytännöllinen ajattelu ja futuristiset karvalakkiratkaisut kukoistavat. Energiaa tuotetaan paikallisesti ja ympäristöongelmiin etsitään paikalliset sovellukset. Valtioiden ja kansallisten kulttuurien elinvoima on ehtynyt.





Kuva: Katja Makkonen ja  
Maiju Kolisoja (Days Agency)

Vihreät tee-se-itse-insinöörit 2050 -skenaarion avaintoimijoita ovat insinöörihenkiset kansalaiset, jotka ekologisen ja taloudellisen romahduksen tapahduttua järjestäytyvät paikallisesti. Romahduksen aiheuttaman aallonpohjan jälkeen yhteisöt järjestäytyvät uudelleen ja toimivat myllerryksen aiheuttamissa puitteissa. Tee-se-itse-ajattelu on selviytymistapa, mutta myös taiteen ja viihtymisen muoto. Eletään paikallisuutta, vertaisuutta, uusiutuvia energianlähteitä sekä uushiilisuuden sovelluksia hyödyntäen. Yhteisöt turvaavat toisiinsa pysyäkseen hengissä ja jakavat katastrofin jälkeisessä maailmassa selviytymisen eetoksen. Skenaariolla on monia samankaltaisuuksia kolmen muun skenaarion ja tulevaisuuskuvan kanssa. Se ei kuitenkaan ole toivotun tulevaisuuden eli vision ilmenty-mä sellaisenaan vaan pikemminkin survivalistien maailma, joka kärsii dramaattisesta tuhosta, mutta pystyy pärjäämään siitä huolimatta. Paikalliset alakulttuurit toimivat voimanlähteinä kansallisen kulttuurin sijaan.

## EKOLOGISEN KATASTROFIN AINEKSET

Halvan öljyn käyttö on jatkunut, kun kansallismielisten maiden lyhytnäköiset, jopa itsekkäät poliitikat ovat jatkaneet fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Monista vaaran merkeistä huolimatta ilmasto on päästetty lämpenemään yli turvallisina pidettyjen rajojen ja muuttumaan – peruuttamattomasti. Ilmaston lämpeneminen on johtanut vakavaan ekologiseen ja sitä myötä taloudelliseen katastrofiin. Maailma on nyt epävakaassa tilassa. Katastrofin vaikutukset ovat maailmanlaajuisia ja vakavampia kuin edes tutkijat ennustivat. Lämpötila on maailmanlaajuisesti noussut keskimäärin +3 °C ja napa-alueilla tuplasti sen. Arktis on sula, lumi hävinnyt vuorilta ja korallit kuolleita. Ihmiskunnan tuottamien kasvihuonekaasujen kasautumisen lisäksi tutkijat ovat huomanneet auringon olevan aktiivisempi kuin 8 000 vuoteen, mikä ilmenee suoraan myös maapallon lämpötilan nousuna.<sup>63</sup>

Vuosien mittaan ihmiset ovat nähneet dramaattisia säänmuutoksia, kokeneet merenpinnan nousun ja todistaneet jäätiköiden sulamisen. Sivilisaatioiden rauniot rytmittävät nyt maisemaa kaikkialla maailmassa. Tilanne on kiristynyt entisestään monen lajin sukupuuton seurauksena, mikä on aiheuttanut odottamattomia ekosysteemien romahduksia. Ne ovat johtaneet kuivuuskausiin, katastrofaaliseen elintarvikkeiden puutteeseen, vahingoittaneet metsiä ja aiheuttaneet tautiepidemioita. Maailmalla monet alueet ovat köyhtyneet asuinkelvottomiksi. Kymmenet miljoonat ilmastopakolaiset kansoittavat vielä asumiskelpoisia, mutta aivan liian tiheään asuttuja alueita. Maailmankauppa on romahtanut ja vajonnut modernin historian syvimpään lamaan. Useimmat valtiot ja yritykset ovat jähmettyneet paikoilleen.

---

63 Avaruudesta tulevan säteilyn määrään ihmiskunnan on vaikeampi vaikuttaa. Tämä hankaloittaa eräiden tutkijoiden mukaan jopa keskeiseltä osaltaan pyrkimystä rajoittaa maapallon lämpötilan nousu +1,5 °C asteeseen. Ks. Solanki et al. (2004).





Kriittinen tapahtuma:  
Maailmanlaajuinen lämpöaalto vuonna 2027 sai aikaan valtavia muuttoliikkeitä ja vei hengen lukemattomilta. Vieläkään ei reagoitu, vaikka pahempaa oli tulossa.

## PAIKALLISIA LÄHESTYMISTAPOJA

Selviytyäkseen kansalaiset luottavat paikallisiin lähestymistapoihin. Tee-se-itse-tyyli on ruohonjuuritason vallitseva – ja ainoa mahdollinen strategia. Jotkut asuvat yhä kaupunkiviidakoissa, joiden elintarvikehuolto on vaikeaa ja paikoin jopa mahdotonta pitää yllä perinteisellä mallilla. Kaupunkien raunioilla energiaa ja ruokaa tuotetaan aurinkopaneelimattojen ja vertikaaliviljelyn avulla, mutta katastrofin jäljet – ja monilla puolin maailmaa kuumuus – pahentavat terveyshaittoja. Enimmäkseen ihmiset elävät omavaraisissa yhteisöissä maaseutualueilla kaupunkien ulkopuolella. Tiheään rakennetuissa yhteisöissä on paljon jaettu tiloja. Lähiyhteisöillä on hyvät yhteydet toisiinsa ja monenlaista yhteistyötä: ne viestivät monipuolisesti ja spontaanisti. Paikallinen bluetooth-tekniologia muistuttava internet on suojattu ulkoisilta häiriöiltä. Jotkut ovat jättäytyneet sähköverkon ulkopuolelle ja ovat täysin omavaraisia. Kesämökkejä otetaan laajasti asumiskäyttöön, koska niistä on helpompi muodostaa itsenäisiä ja omavaraisia yksiköitä kuin kaupunkiasunnoista.

Elämäntavat ovat paikallisia, pitkät matkat harvinaisia ja lentomatkustaminen lähes olematonta. Perheet ovat lähentyneet toisiaan muodostaen tiiviitä yhteisöjä yhteisöjen sisällä. Nokkelan niukuuden periaate ohjaa ja motivoi toimintaa yhteiskunnassa. Hajautettu ja joustava uusiutuvaan energiaan nojaava energiantuotanto ovat arkipäivää. Kaikki materiaali kierrätetään ja yhteisöiden tuottaman jätteen määrä saadaan lähes nollattua. Kausiruokaa tuotetaan ja kulutetaan paikallisesti. Australian esimerkin mukainen permakulttuurisen maatalouden periaate on noussut valtavirtaan ja sitä hyödynnetään täysimääräisesti. Permakulttuurissa hyödynnetään luonnon ekosysteemeissä havaittuja malleja ja ominaisuuksia: yhteen nivoutuvat maatalouden käytännöt ja yhteiskunnalliset toiminnot. Kun biomimikikka eli luonnon rakenteita ja prosesseja jäljittelevä teknologia ja ratkaisut yhdistetään permakulttuuriin, alkavat ne 2030-luvulla synnyttää uutta agro-teollista paradigmaa.

## TUOTTEITA TUUNATAAN PAREMMIKSI

Synteettisen biologian ja biotekniikan tee-se-itse-kokeilut ovat tuoneet ravintokasveja, jotka tuottavat erittäin korkean sadon. Biomateriaalit ja synteettiset hiilivedyt tuottavat yhteisöille muoveja, kemikaaleja, lääkkeitä ja rakennusmateriaaleja, kuten orgaanisia tiiliä. Bioetsintä<sup>64</sup> eli uusien biopohjaisien tuotteiden etsintä ja tuotteistaminen tarjoaa monille tuloja ja toimeentulon. Öisin keinotekoinen tulikärpäsen valo hehkuu naapurustossa. Tee-se-itse-vallankumouksen on osittain mahdollistanut grafeenin mittava käyttöönotto 2030-luvulla. Tämä äärimmäisen joustava ja kestävä nanomateriaali on nyt apuna biotuotteiden valmistamisessa ja sitä hyödynnetään jopa energian varastointiin.

64 Englanniksi: *bioprospecting*.

Näiden tekijöiden seurauksena niin kutsutut tuotannon rajakustannukset ovat laskeneet jyrkästi. Toisin sanoen, minkä tahansa ratkaisun kehittämisen jälkeen tuotanto on varsin halpaa. Erityisen tärkeää on äärimmäisen tehokas kiertotalous, minkä ansiosta uusia resursseja otetaan käyttöön vain satunnaisesti. Materiaaleja ja tuotteita ei vain kierrätetä, vaan niitä parannellaan. Luovan tee-se-itse -eetoksen ansiosta kierrätysmateriaaleista valmistetut uudet tuotteet ovat usein alkuperäisiä laadukkaampia ja halutumpia.

## TEE-SE-ITSE-INSINÖÖRIT KEKSIVÄT KAIKKEEN RATKAISUN

Rajujen olosuhteiden keskellä tarvitaan teknisten taitojen, käytännöllisen ajattelutavan ja yhteisöllisyyden uutta liittoa. Ongelmat on tyypillisesti ratkaistava niillä laitteilla ja osilla, jotka sattuvat olemaan käsillä. Tärkeimmät oppimistavat ovat tekemällä oppiminen ja vertaisilta oppiminen. Lapset ja nuoret innostuvat uudesta teknologiasta ja heidän vilkas mielikuvituksensa synnyttää innovatiivisia energiaratkaisuja. Tee-se-itse-insinöörit ovat amatööriaitelijoita. Tarvittavat taidot, rekvisiitta ja tietämys määritellään yksilöllisesti ja yhdessä. Jokainen voi keskittyä kykyjensä hyödyntämiseen, sillä ponnistelu on yhteistä. Yhteisöt kouluttavat itse teknisiä osajia; oppilaitoksissa tapahtuva koulutus on harvinaista.

Synkimmissäkin tilanteissa useimmat yhteisöt pärjäävät suhteellisen hyvin. Ekologinen kriisi on pakottanut kehittämään käytännöllisiä, halpoja ja suhteellisen yksinkertaisia tekniikoita aina rakennusaineista lääketieteeseen ja energiantuotantoon asti. Tavaroiden ja palveluiden jakaminen maksimoi resurssien käytön. Kun resurssit ovat vähäisiä, jakamista pidetään parempana kuin yksityisomistuksesta helposti seuraavia ongelmia. Katastrofin sattuessa biobotit eli eläväkudoksiset robotit auttavat paikantamaan eloonjääneitä. Yrittäjyys palvelee tunnistettuja tarpeita, ja hyvin paikallisilla ratkaisuilla on usein kysyntää myös muualla. Yhteisöt käyvät jonkin verran kauppaa keskenään, ja vertailevat ahkerasti parhaita käytäntöjä. Kaikilla on yhteisössään oma paikkansa ja työttömyys on menneisyyden ilmiö.

## YHTEISÖLLISET NOMADIT AUTTAVAT TOISIAAN

Ihmiset elävät usein suhteellisen runsauden keskellä, sillä energia ja materiaalit ovat enimmäkseen uusiutuvia. Yhteisöt eivät ole kahlittuja maapalstaansa toisin kuin perinteisissä maaseutuyhteisöissä. Tee-se-itse-ihmiset ovat yhteisöllisiä nomadeja, jotka jatkuvasti kehittävät uusia projekteja ja auttavat toisiaan. Selviytymisasenne herättää innostusta ja ylpeyttä uhkaavassakin ympäristössä. Yhteisöt omistavat energialähteensä. Vanhat talot on saneerattu teknologia-avusteisesti arvaamattomia sääolosuhteita vastaan. Yhdessä ihmiset innovoivat ja luovat laadukasta ympäristöä jatkuvan parantamisen filosofian hengessä. Paikallaan pysyvät yhteisöt muistuttavat vihreitä keitaita, huolettomia turvasatamia vihamielisen ulkomaailman keskellä, kun taas kiertelevät tee-se-itse-paimentolaisryhmät ovat nomadeja, jotka viettävät vaarallista elämää.

Tee-se-itse-ihmisen arki on omassa yhteisössään erittäin liikkuvaista. Yksilön eloonjäämiselle nähdään parempia mahdollisuuksia, kun ponnistelut tehdään yhdessä. Liikkuvuus paikallisesti kuluttaa

vähän resursseja ja jopa liike-energia otetaan enimmäkseen talteen – valaiseva esimerkki siitä, kuinka vastuullista resurssien käyttö on.

## AMATÖÖRITAITEILIJAT YHDISTÄVÄT KAUNEUDEN JA ILOON

Innostuneen ja uteliaan amatööriin mieli<sup>65</sup> yhdistää käytännöllisyyden kauneuteen ja iloon. ”Maailmanlopun kynnyksellä” esteettinen kauneus ja leikki muistuttavat elämän pyhydestä. Seppäihmistä (*homo faber*) ja leikkivää ihmistä (*homo ludens*) pidetään tasavertaisina ihanteina. Kaikki mitä valmistetaan, on hyödyllistä ja toimivaa, mutta usein ratkaisut tarjoavat myös huvia, huumoria ja viihdettä. Kulttuuriset symbolit ilmaisevat iloa uusista ratkaisuista ja kestävydestä ankaraa ilmastoja vastaan. Teknologiaa pidetään taiteena ja kulttuurina sekä kykyjen ja aistien laajenuksena. Tekno-kulttuurista mielenlaatua pidetään sivilisaation hedelmänä.

Afrikka, joka perinteisesti on ollut amatöörikeksijöiden aluetta, on nyt noussut tee-se-itse-ratkaisujen kulttuurisen esikuvan rooliin. Afrikkalaisilla taide-esineillä on usein käytännöllinen tehtävä esimerkiksi osana seremonioita ja rituaaleja, mikä vahvistaa tieteen, taiteen ja työkalujen liittoa. Mantereen uusi voimistuminen on maailmanlaajuisestikin merkittävä poliittinen ja taloudellinen voimavara. Afrikkalaisten kulttuurien vaikutus näkyy erityisesti uusien työkalujen ja muiden hyötyesineiden suunnittelussa, onhan alueen taide korostanut veistoksia pikemmin kuin maalaustaidetta kautta historian.



## INSPIRAATIOTA OMAVARAISISTA UUSHIILISYYDEN RATKAISUISTA

Monien pienikokoisten ja sähköverkkojen post-apokalyptisessä maailmassa energiaratkaisut rakennetaan pääasiassa paikallisin resurssein. Uuteen energiainfrastruktuuriin investoidaan yhteisöiden omista, ei markkinoiden tarpeista. Valtakunnalliset suurjänniteverkot ovat äärimmäisissä sääolosuhteissa aivan liian epäluotettavia. Energiantuotannolla on kulttuurista arvoa. Tee-se-itse-insinöörit väsäävät ja optimoivat pienimuotoisia uushiilisyiden ratkaisuja omissa ryhmissään. Tiedonjakaminen paikallisesti lujittaa sitoutumista erilaisiin energiaa koskeviin päätöksiin. Energiatuhokkuutta vaalitaan ja energiaa käytetään mahdollisimman vähän – energian ja resurssien tuhlaaminen on suoranainen tabu.

65 Amatööri tarkoittaa ”rakastajaa” latinaksi, ”amare” on rakastaa.

Niukkuus kannustaa monipuoliseen energiavalikoimaan ja vahvistaa yhteisöjen identiteettiä. Energiaratkaisut vaihtelevat suuresti, koska yhteisöt ovat maantieteellisesti hajanaisia ja koska ne on räätälöitävä paikallisiin olosuhteisiin. Silti ne ovat yleensä kohtuuhintaisia. Paikallinen tuuli- ja aurinkosähkön tuotanto sekä biomassan hyödyntäminen ovat tärkeimmät energianlähteet. Jätettäkin käytetään paikallisesti energiaksi, joskin tyypillisesti materiaalit pikemmin kierrätetään uudelleen. Akkuratkaisut ovat itse tehtyjä – esimerkiksi tee-se-itse-design-akut rakennetaan kannettavien tietokoneiden kierrätetyistä akuista – ja energiaa varastoidaan kotitalouskohtaisesti.

## YHTEISÖT TURVAAVAT TOISENSA

Arjen äärimmäiset olosuhteet ovat synnyttäneet uuden tavan toimia yhdessä. Jos tee-se-itse-ajattelu oli aikanaan harrastamista ja pöhinää pöhinän vuoksi, esimerkin voimasta on nyt tullut jokapäiväinen oppimisen sekä tiedon jakamisen ja jalostamisen keino. Moni kokeilu johtaa epäonnistumiseen, mutta niistä otetaan nopeasti opiksi. Kehitystyö uusien ekologisten ratkaisuiden löytämiseksi on jatkuvaa, sinnikästä ja rakentaa opitun päälle. Näitä kokemuksia sekä tietoisuutta uusista toimintamalleista jaetaan muille yhteisön jäsenille. Erilaisia vaihtoehtoisia skenaariota kuvitellaan uusien hyödyntämättömien mahdollisuuksien löytämiseksi ja lukuisiin uhiin varautumista varten. Nämä oppimisen kokemukset mukauttavat yhteisöjä niihin ratkaisuihin, jotka toimiviksi todetaan. Uudellinen survivalismi on yhdistelmä katastrofeista selviytymistä, tervettä omavaraisuutta sekä luovaa, nokkelaa niukkuutta.

Survivalismin eli yhteisen selviytymisen eetos syntyi perinteisen järjestyksen romahduksen myötä. Kun ekologinen ja taloudellinen katastrofi syveni ja kaaosmaiset tapahtumat vyöryivät, hallitukset, valtiot ja yritykset lamaanuivat. Itsetekemisen käytännöt syntyivät melkein paken sanelemana. Hätätilannekoulutusta, selviytymistaitoja sekä permakulttuurin ja biomimiikan tekniikoita alettiin arvostaa ja opettaa pakollisina perusaineina. Ympäristön muokkaaminen itse väsäytyillä työvälineillä yleistyi. Elämä irrallaan muista ei tarkoita tietoista vastakkainasettelua muuta maailmaa kohtaan. Päätavoitteena vain on säilyttää ja vahvistaa ympäröivää yhteisöä ja ryhmää. Yhtäältä on pakko, ja toisaalta kyettiin tarttumaan toimiin – etsimään parempia näkymiä.

Ekologisen katastrofin maailmanlaajuisuus yhdistettynä muistoihin 1900- ja 2000-lukujen maailman myllerryksestä synnytti kollektiivisen katastrofien kuvaston. Katastrofin syvenemisen vaiheista käytiin kiivasta keskustelua julkisuudessa ja median ruokkimana sosiaalisessa mediassa. Ilmastonmuutoksen järkyttävien vaikutusten jälkeen yleinen mielipide alkoi vaatia entistä parempaa valmistautumista tulevaisuuteen. Resurssien niukkuus ja uusi maailmanjärjestys pakottivat ihmisiä uusiin ajattelutapoihin. Globaaleja ongelmia ja pienempiä uhkia ratkotaan yhdessä yksilöllisten taitojen ja tarmon avulla myös sähkö- ja tietoverkkojen ulkopuolella. Selviytymisen eetos alkoi näkyä jokapäiväisessä luovuuden ja yhteistyön tanssissa. Alettiin jatkuvasti kysyä: ”Mitä jos?”



## Kysymyksiä pohdittavaksi:

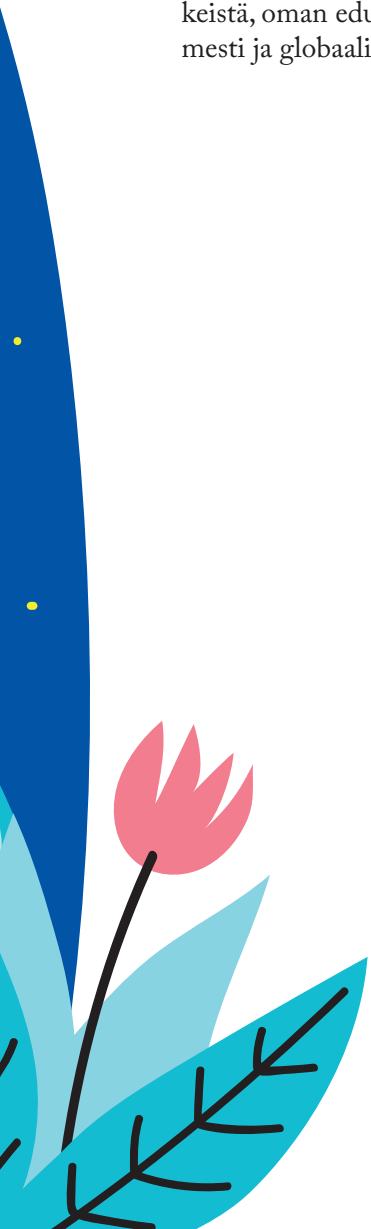
- Onko sinussa tee-se-itse-insinöörin vikaa tai tunnetko nokkelia nikkaroijia, jotka muistuttavat skenaarion hahmoja?
- Miten yhteiskunta voisi helpottaa tee-se-itse-insinöörien ekologisia ratkaisuja – ja niiden runsaampaa leviämistä?
- Miten tee-se-itse-insinöörin osaamista voisi saada koulutukseen alimmilta tasoilta alkaen?
- Miten kaupungit ja kaupunginosat voisivat mahdollistaa tee-se-itse-insinööriyttä lähiympäristöjen rakentamisessa ja uusiutuvan energian valjastamisessa?
- Miten kokeilukulttuuri näkyy omassa arjessasi? Pohdi esimerkkejä.



Kuva: Katja Makkonen ja  
Maiju Kolisoja (Days Agency)

# UUSI TIETOISUUS 2050

Uusiutuva energia, tieto- ja viestintäteknologiat, ekologinen ajattelu sekä arvet kolmannesta maailmansodasta synnyttävät uuden tietoisuuden. Ihmiset havahtuvat olevansa erottamaton osa luontoa ja muita ihmisiä. Kun uushiilinen yhteiskunta toimii yhteistyössä vapaana pidikkeistä, oman edun ja voiton tavoittelu on toissijaista. Energiaa, resursseja ja tietoa jaetaan avoimesti ja globaalisti.







## UUDEN TIETOISUUDEN ALKUSOITTO

2010-luvulla siirtyminen jaettuun tietoisuuteen alkoi kiihtyä. Perinpohjaisten muutosten takana oli edellä mainittujen ilmiöiden lisäksi lisääntynyt tietoisuus uhkaavasta ekologisesta kriisistä sekä hybridisodan konfliktit, jotka alkoivat muistuttaa suoranaista maailmansotaa.

Ankarat kuivuusjaksot 2010-luvulla ympäri maailmaa olivat esimakua ilmastonmuutoksen syvenevistä vaikutuksista ja kytevästä jännitteistä. Muovijäte merten syvänteissä aiheutti hämmennystä. Ilmaston lämpenemisen seuraukset toteutuivat aiemmin kuin ilmastomallit antoivat ymmärtää. Ekosysteemien romahdukset johtivat paikoin elintarvikevarastojen ehtymiseen. Tulvat ja tsunamit tuhosivat kokonaisia yhdyskuntia. Ekologisen katastrofin uhka alettiin ymmärtää kulttuurisena oireena, kun yksilöt pyrkivät alati kasvavaan aineelliseen hyvinvointiin ja tarpeidensa tyydyttämiseen. Sotilaallista uhkaa puolestaan lietsoivat niin valtiolliset kuin ei-valtiolliset toimijat loputtomine perinteisen ja kybersodankäynnin iskuineen. Ihmiset joutuivat elämään keskellä älyllistä, kulttuurista ja poliittista kaaosta.

Kasvava tunne ilmastokatastrofin vääjäämättömyydestä herätti ihmisten välille uudenlaisen yhteyden. Syntyi tarve etsiä emotionaalista turvaa, lohtua ja toimia yhdessä. Ei käperrytty kansallismielisyyteen, populismiin tai jääty klikkeihin. Ihmiset alkoivat sen sijaan tavoitella toisiaan yli kansallisten ja kulttuuristen rajojen yli. Jotain oli tehtävä.

## KOLMAS MAAILMANSOTA TEKNOLOGISTEN JA KULTTUURISTEN MUUTOSTEN TSUNAMINA

2010- ja 2020-luvuilla maailma oli täynnä erilaisia glokaaleja konflikteja eli sellaisia, jotka olivat samaan aikaan sekä globaaleja että paikallisia. Konfliktien laineet tuntuivat loputtomalta: Syyrian sisällissota, ISIS-järjestön terrorismi ja pyrkimykset äärifundamentalistisen islamilaisen valtion pystyttämiseen Irakin ja Syyrian alueella, Venäjän tukemat separatistiset liikkeet eri maissa, valeuutiset etenkin sosiaalisessa mediassa, nationalistien lietsoma kyberterrorismi, Kiinan alueellinen voimannäyttö, Pohjois-Korean uhittelu, useiden Afrikan maiden sisäinen liikehdintä, Yhdysvaltojen yritykset vahvistaa sotilasmahtiaan sekä verkkohyökkäykset valtioita ja yrityksiä vastaan.

Kaaosta alettiin 2020-luvun lopulla kutsua ”kolmanneksi” maailmansodaksi. Toisin kuin ensimmäisessä ja toisessa maailmansodassa, tässä hybridisodassa yksikään kansakunta ei varsinaisesti julistanut sotaa toista valtiota vastaan. Hybridimäisissä sotatoimissa useat tavalliset kansalaiset olivat tavalla tai toisella taistelussa osallisina – esimerkiksi tietosodankäynnin ja tietoverkkohyökkäysten kohteina. Kaikkein suosituimpia hyökkäyksen kohteita olivat digitaaliset energiajärjestelmät. Kuin oljeksi, joka katkaisi lopulta kamelin selän, eteen tuli maailmanlaajuisen finanssijärjestelmän ennennäkemätön romahdus. Varoitukset maailmantalouden valuvioista jätettiin huomiotta. Ajanhenki muuttui vihamieliseksi ja vainoharhaiseksi. Maailmanpolitiikassa lainehti ja samalla maailmantalouden epävakaas paheni.

Kuten sodat usein, niin myös kolmas maailmansota kylvi siemenet kulttuurin muutokselle. 2020-luvun loppuun mennessä tehostunut tieto- ja viestintäteknologia oli yleistynyt entisestään ja nyt läsnä

aivan kaikkialla. Kaikki olivat kirjaimellisesti jatkuvasti yhteydessä kaikkeen – toisiin henkilöihin, järjestöihin ja yrityksiin. Julkisen ja yksityisen elämänpiirin erottaminen oli käytännössä mahdotonta. Laajat tietomassat, tekoäly, lisätty todellisuus ja edistyneet paikkatietojärjestelmät paransivat mahdollisuuksia valvoa – ja manipuloida. Ihmiset etsivät rauhaa suljetuista yhteisöistä ja ystävien välisistä keskusteluryhmistä, joissa henkilökohtaisia ja intiimejä kokemuksia jaetaan vertaisryhmissä. Yksilön identiteetti alkoi olla aiempaa avoimempi ja muuttuva, ja vertaisyhteisöt viestivät virtuaalisesti yhä tiiviimmin.

Paradoksaalisesti kolmas maailmansota päättyi empatian lisääntymiseen. Tilanne toi mieleen maailmanlaajuiset rauhanliikkeet toisen maailmansodan jälkeen. Millenniaalit eli 1980- ja 1990-luvuilla syntyneet Y-sukupolven edustajat olivat edelläkävijöitä uuden empatian kehkeytymisessä. He olivat suvaitsevampia ja solidaarisempia kuin vanhempansa käytettyään tietokoneita ja internetiä koko elämänsä. He näkivät itsensä tasavertaisina ja osana lukuisia viiteryhmiiä. He olivat ensimmäinen sukupolvi, joka omistajuuden sijaan arvosti aidosti osallisuutta ja läpinäkyvyyttä yksityisyyden sijaan sekä luovaa yhteistyötä ohi kilpailun. He arvostivat kansainvälistä politiikkaa, joka keskittyy yhteistyöhön ja globaalien haasteiden ratkaisemiseen.



Millenniaalien jälkeiset ikäluokat ovat niin heterogeeninen ryhmä, että on vaikea nimetä hetkiä tai tapahtumia, jotka määrittäisivät kyseistä sukupolvea. Ne täysi-ikäistyivät 9/11 -iskun, digitaalisen vallankumouksen ja Obaman presidenttiyden jälkeen. Sen edustajat luottavat itseensä ja omaan toimintaansa instituutioita enemmän – ja ovat millenniaalejakin enemmän kollektiivisesti suuntautuneita.”Sukupolvien jälkeinen” ikäluokka elää maailmassa, jossa digitaalinen elektroniikka on kaikkialla. Heitä itseäänkin määrittää internetille ominainen verkottuneisuus: monimuotoisuus, monisuuntainen viestintä, globalisaation kannattaminen, yksilöllistyminen (personointi) ja valinnanvara. Yhtäläiset oikeudet ja vapaudet kattavat rodun, sukupuolen, seksuaalisen suuntautumisen ja elintavat.

Kehitys kohti jaettua tietoisuutta vähitellen lievensi viholliskuvien voimaa ja sai kaikkialla vallinneen kolmannen maailmansodan loppumaan. Uudessa tietoisuudessa internetin käytännöt ja arvot määrittelevät sekä materiaalista että digitaalista todellisuutta. Energiajärjestelmä on kuin energian internet. Tieto nähdään kaiken perusyksikkönä, joka yhdistää koko elämän kirjon. Hyperteksti eli verkkosivujen välisten yhteyksien rakenne on koko kulttuurin kattava metafora.

## SYVÄEKOLOGIA EKOMULLISTUKSEN JÄLKEEN

Syväekologiset ajatukset istuivat hyvin uuden tietoisuuden ja keskinäisverkottuneisuuteen maailmankuvaan. Ei kestänyt kauaakaan, ennen kuin syväekologiset ideat ja arvot levisivät ja kiersivät digitaalisia valtateitä.

Ongelmat nähtiin toisiinsa kytkeytyneinä. Oivallettiin, että ihmisten suhde luontoon, toisiinsa ja itseensä oli uudistettava. Osoptimointi ja yksittäiset tekniset ratkaisut eivät ratkaisisi valtavia ympäristöongelmia ja sosiaalisia haasteita. Syvällisessä ekologisessa ajattelussa kaikki on luonnossa toisiinsa yhteydessä. Ekologisen tietoisuuden levitessä ihmiset alkoivat nähdä itsensä erottamattomana osana ympäristöään ja luontoa, jolla on oikeus universaaleihin oikeuksiin samoin kuin ihmisillä. Biofilia vahvistui. Se tarkoittaa luontoon suuntautumista sekä luontaista taipumusta keskittyä elämään ja eläviin prosesseihin<sup>66</sup>. Kaikki, mitä on, ymmärretään elämäksi, joka ilmentää itseään.

Uudessa maailmankatsomuksessa myös teknologian ja luonnon erottaminen koettiin keinotekoiseksi<sup>67</sup>. Ihmiset ovat alusta alkaen käyttäneet biologisia ja luontoperäisiä metaforia tietokoneista ja oheislaitteista: virtaa, hiirtä, pilviä, muistia, viruksia, viruksia, matoja ja surffausta. Jopa DNA on itsessään digitaalinen koodi. Kokeet osoittivat, että ihmiset reagoivat virtuaalisiin luontokokemuksiin aivan kuin todelliseen luontoon. Digitaalisen viestinnän teknologiasta tuli ihmisten suuri yhdistäjä. Virtuaaliset maailmat ja luonto eivät olleetkaan erillinen osa meitä. Tietokoneen sammuttamisen, some-sapattien ja digitaalisten detox-kuurien sijaan ihmiset alkoivat ajatella orgaanisten ja epäorgaanisten materiaalien sekä tiedon virtoja. Alettiin hyödyntää biobotteja eli biologisia robotteja, geneettisesti valmistettujen lihassolujen ja koneiden yhdistelmiä.

Uusi tietoisuus muutti ihmisten käyttäytymistä perusteellisesti. Hengellisyys alkoi tarkoittaa valtavirtaistunutta periaatetta, jossa kaikki on yhteydessä, ei niinkään uskonnollisuutta tai uskoa yli-luonnolliseen. Hengellisyys on kokemus sulautumisesta johonkin itseään suurempaan ja minuuden rajojen ylittämistä. Buddhalaisuudesta on tullut maailman johtava aate sen filosofian ja maailmankatsomuksen johdosta. Ympäristön tila ja yhteiskunnallinen hyvinvointi elpyivät tavalla, joita tekniset ratkaisut tai poliittiset päätökset eivät koskaan olisi voineet saavuttaa.



**Kriittinen tapahtuma:**  
Yleinen tekoäly ja uusi ihmisen tietoisuus sulautuivat vuonna 2035 ja häivyttivät vanhat kilpailuhenkiset "olemisen" muodot.

66 Biofilia-käsitteen keksi alun perin saksalainen sosiaalipsykologi Eric Fromm ja myöhemmin sitä kehitti amerikkalainen biologi E.O. Wilson (1984). Luontokokemusten on todistettu laskevan verenpainetta, vähentävän stressiä – ja jopa edesauttavan toipumista leikkaushoidon jälkeen.

67 Teknologian ja luonnon suhteesta on kirjoittanut myös Kevin Kelly (1997).

Maailmantalous, joka kolmannen maailmansodan aikana oli kituutellut ja elänyt epävakauden aikoja, elpyi. Investoinnit uusiutuviin energialähteisiin ja uuden energijärjestelmän rakentamiseksi räjähtivät nousuun. Saksan, Japanin ja Chilen<sup>68</sup> kaltaisten maiden kokemuksia selvitettiin, sillä ne olivat alkaneet luoda pohjaa orastaville muutoksille jo 2010- ja 2020-luvuilla. Hajautetun uusiutuvan energian järjestelmää ei 2030-luvulla pidetty enää teknisenä järjestelmänä vaan koko uuden aikakauden metaforana. Uudeksi globaaliksi virtuaalivaluutaksi otettiin aurinkoraha – englanniksi puhuttiin solar coinseista. Syntyi perusta aikaisempaa huomattavasti ekologisesti kestävämmälle maailmantaloudelle. Ovi öljyn jälkeiseen aikakauteen avautui.

Vuonna 2050 Yhdistyneet Biofiliaälykkyydet (*United Biophilic Intelligences*) on korvannut Yhdistyneet Kansakunnat. Globaali hallitus valitaan maailmanlaajuisissa vaaleissa. Poliittiset järjestelmät perustuvat vilkkaaseen keskusteluun yhdistäen suoran ja edustuksellisen demokratian muotoja globaalilla ja paikallisella tasolla. Globaalitasoa koskevien päätösten valmistelutyö ovat avointa kaikille. Energian internetiä optimoidaan maailmanlaajuisesti: uusiutuvaa energiaa tuotetaan siellä, missä se milloinkin on edullisinta ja tietojenkäsittely tapahtuu niissä datakeskuksissa, jotka kulloinkin kuluttavat vähiten energiaa.

## KAPITALISMINJÄLKEINEN AIKAKAUSI

Teknologisten, poliittisten ja kulttuuristen muutosten ansiosta maailma nähdään eräänlaisena Star Trek -utopiana tai sosialismina, joka aidosti toimii. Materian ja resurssien yhteisomistus mahdollistaa niiden optimaalisen käytön. Sotilasvarusteluun tarvitaan huomattavasti vähemmän varoja kuin aiemmin, mikä on vapauttanut investointeja ja voimavaroja esimerkiksi köyhyyden vähentämiseen sekä tutkimus- ja kehitystoimintaan. Verotus mielletään vertaisten auttamisena. Korkeatasoinen julkinen terveydenhuolto, koulutus ja varallisuuden tasainen jakaantuminen ovat hillinneet ja käytännössä pysäyttäneet väestönkasvun. Kun lähes täydellinen demokratian tila, keskustelukulttuuri ja elämän perusedellytykset on taattu kaikille, yhteiskuntaa voidaan kuvata ”täysin automatisoiduksi luksuskommunismiksi”.

Äärimmäisen edistyneet robotit ja tekoäly huolehtivat keskeisestä tuotannosta. Ihmiset voivat keskittyä kiinnostuksensa kohteisiin vapaasti työn rajoituksista vapautuneina. Vapaa-aika ja työ ovat sulautuneet, eikä työtä ole enää juurikaan teollisessa mielessä. Kun työ ja talous ovat menettäneet perinteisen merkityksensä, yrittäjyyden käsitettäkin pidetään suoranaisena anakronismina eli väärään aikakauteen sijoittavana. Ihmiset luovat tuottavia yhteisöjä ilman ilmeisiä taloudellisia tavoitteita tai kannustimia. Niiden jäsenille tuottaa suurta nautintoa monimutkaisten tehtävien ratkaiseminen ja uppoutuminen luoviin pyrintöihin. Uuden tietoisuuden työelämässä ihmiset myös meditoivat ja keskittyvät hengellisiin pyrkimyksiin.

Puhdas energijärjestelmä mahdollistaa erittäin mobiilin elämäntavan, yhteiskunnat ovat sulautuneet jo 1960-luvulla haaveilluksi globaaliksi kyläksi, joskin ihmiset elävät hyperpaikallisissa yhteisöissä. Ihmiset voivat asua missä tahansa maailmassa ja muuttaa tarpeidensa mukaan, sillä suurin osa rakennetusta ympäristöstä on yhteisomisteista. Edistyneen virtuaalitodellisuuden ansiosta vir-

---

68 Myös Saudi-Arabiassa Saudi Aramco, maailman suurin valtio-omisteinen öljy-yhtiö, investoi vuonna 2018 seitsemän miljardia dollaria aurinko- ja tuulienergiainfrastructureihin.

tuaalinen ja fyysinen maailma ovat toisistaan erottamattomia. Tässä mielessä yhteiskunta on riippumaton paikasta. Virtuaalitodellisuus simuloi kaikkia aisteja – ei vain näköaistia – todentuntuisesti. Verkottuneen maailman kosmopoliittiset kansalaiset matkustavat myös perinteisessä mielessä jopa enemmän kuin aiemmin. Uushiilisiä polttoaineita käytetään lentokoneiden polttoaineina eikä ilmailu aiheuta enää hiilidioksidipäästöjä. Jos etäisyydet osapuolten välillä ovat pitkiä, tapaamiset toteutetaan usein todentuntuisessa hologrammissessa virtuaalitodellisuudessa.

Tällaisessa skenaariomaailmassa tuotannon ja talouden on oltava erittäin tehokkaita. Automaation ansiosta aineellinen tuotanto tehostuu jatkuvasti. Jo pysähtyneeksi luultu Mooren laki puolestaan saa uutta voimaa uusien materiaalien ja esimerkiksi kvanttitietokoneiden valjastamisesta käyttöön<sup>69</sup>. Koska tuotanto on pitkälle aineetonta, sen lisäarvo on korkea. Aineeton tuotanto henkistyneessä maailmassa ei myöskään kuluta yhtä paljon energiaa kuin materiaalitalous.

## UUSHIILISYYDESTÄ KIPINÖIVÄ UUSI TIETOISUUS

Kansalaiset ovat erittäin sitoutuneita energia-asioihin yleisesti ja korkean tason energiapolitiikan päätöksiin. On itsestään selvää, että energia on erittäin henkilökohtainen asia. Pidetäänhän puhdas energiaa kaiken elämän lähteenä, lähes pyhänä asiana. Kansalaiset ovat energiankulutuksestaan hyvin tietoisia eivätkä käytä energiaa ylenpalttisesti. Energiaa koskevista päätöksistä kaikki osapuolet keskustelevat avoimesti keskenään yhteiskunnallisesta asemasta riippumatta. Päätöksiä tehtäessä ajatellaan erityisesti pitkän aikavälin seurauksia. Avoimuus valmistelu- ja päätöksentekoprosesseissa johtaa johdonmukaiseen ja kaikille osapuolille ennustettavaan kehityspolkuun.

Energiaa kerätään kaikkialta ihmisen elinympäristöstä, ja aurinko- ja tuulienergiaa valjastetaan aikaisempaakin huomattavasti monipuolisemmin. Tietoa uusista energiainnovaatioista jaetaan ympäri maailmaa ja niitä kokeillaan jatkuvasti. Biomassaa käytetään mahdollisimman vähän energiantuotantoon ja metsien käyttö energiatuotantoon on maailmanlaajuisesti pysähtynyt. Biomassaa ja synteettistä biomassaa käytetään kuitenkin materiaalien tuottamiseen. Teknologian kehittämistä ja teknologiateollisuutta rahoitetaan ja hallitaan yhteisillä globaaleilla ponnisteluilla. Sijoitukset kohdennetaan yhteiskunnallisin perustein, mikä luo mielikuvia keskitetystä suunnittelusta tai valtionmonopolista.

Uudessa tietoisuudessa energian kysyntä on pitkälle viedystä energiätehokkuudesta huolimatta erittäin korkeaa. Globaali keskinäisverkottuneisuus on energiankulutuksen päälähde. Energiaa syövät runsas matkustaminen, tekoälyn laajamittainen käyttö sekä äärimmäisen kehittyneet virtuaalitodellisuudet. Huipputehokas virtuaalitodellisuus vaatii valtavaa prosessointitehoa, ja datakeskusten energiankulutus ja niiden vaatima jäähdytys on massiivista. Vaikka energiajärjestelmässä ei ole lainkaan hiilidioksidipäästöjä, aiheuttaa runsas energiankulutus silti ympäristövaikutuksia.

---

69 Intelin perustaja Gordon E. Moore havaitsi jo 1960-luvulla, että transistorien lukumäärä edullisissa mikropiireissä kaksinkertaistuu noin kahden vuoden välein. Niin sanottu Mooren laki on havainnosta muotoiltu yleisempi periaate, jonka mukaan tietokoneiden laskentateho kaksinkertaistuu nopeutuu noin 1,5 vuoden välein. Mooren laki on kestänyt useita vuosikymmeniä, mutta kiistellään, päteekö se yhä tulevaisuudessa.

## Kysymyksiä pohdittavaksi:

- Miten kansalaisten innostusta uusien teknologioiden kokeilemiseen voitaisiin ruokkia niin, että se auttaa niiden käyttöönotossa?
- Miten tekoälyn ja big datan hyödyntäminen saataisiin kohdistettua juuri uusiutuvan energian ja sähköistymisen edistämiseen kvanttihyppynä?
- Pohdi, kuinka uusiutuvien energianlähteiden tuntemus auttaa syvällisen ekologisen ajattelun edistämisessä. Entä mitä muita keinoja tarvitaan?
- Muuttuuko ihminen muuten kuin katastrofin kautta? Miten?
- Mitä planetaariset rajat tarkoittavat sinulle? Entä miten energiankulutus näkyy sinun arjessasi?

Seuraavassa luvussa mietitään skenaarioiden toteutumisen mahdollisuuksia mahdollisina kehityskulkuina, kun otetaan huomioon yllätysten ja energiaturvallisuuden vaatimukset. Skenaarioajattelun avulla ja yllätyksiä ennakoimalla voimme pohtia, kuinka siirrymme kohti fossiilisen energian loppupeliä – mitä tekijöitä täytyy erityisesti ottaa huomioon?

## AVAINLÄHTEITÄ JA LUKUSUOSITUKSIA

Breyer, Christian – Heinonen, Sirkka & Ruotsalainen, Juho (2017) New Consciousness: A societal and energetic vision for rebalancing humankind within the limits of planet Earth. *Technological Forecasting and Social Change* 114: 7–15

Dator, James (2009) Alternative futures at the Manoa School. *Journal of Futures Studies*. 14 (2): 1–18. <http://www.jfs.tku.edu.tw/14-2/A01.pdf>

Energiakokeilut. <http://energiakokeilut.fi>

Folke, Carl et al. (2010) Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. *Ecology and Society* 15:4. <https://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20/>

Heinonen, Sirkka – Karjalainen, Joni – Ruotsalainen, Juho & Parkkinen, Marjukka (2015) Neo-Carbon Core Concepts in Exploring Transformative Energy Futures. Neo-Carbon Energy WP1 Working Paper 1/2015. Turun yliopisto: Tulevaisuuden tutkimuskeskus. <https://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/tutkimus/hankkeet/Documents/NeoCarbon-WP1-1-2015.pdf>

Heinonen, Sirkka – Ruotsalainen, Juho & Karjalainen, Joni (2017) Transformational Energy Futures 2050 - Neo-Carbon Energy Societal Scenarios. Tutu e-julkaisu 10/2017, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto. [http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eBook\\_10-2017.pdf](http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eBook_10-2017.pdf)

Heinonen, Sirkka (2018) Scenarios as Stairways to Resilient Futures. Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen blogi 27.4.2018. <https://ffrc.wordpress.com/2018/04/27/scenarios-as-stairways-to-resilient-futures/>

IIASA (2015) What would it take to limit climate change to 1.5 C? *Phys.org*, 21.5.2015. <https://phys.org/news/2015-05-limit-climate.html#jCp>

Karjalainen, Joni & Heinonen, Sirkka (2018) The Pioneers of Renewable Energy are Around the World – What Can We Learn from Them? *Journal of Futures Studies* 22 (4): 83–100. DOI:10.6531/JFS.201806.22(4).0006 <http://jfsdigital.org/wp-content/uploads/2018/06/06n-Glocal-Insights-Karjalainen-Heinonen.pdf>

Ilmastodieetti – työkalu kasvihuonekaasupäästöjen seuraamiseen ja vähentämiseen. Suomen ympäristökeskus (SYKE). <http://ilmastodieetti.fi>

Kaivo-oja, Jari (2017) Ennakointi menestyksellisen start-up -yritystoiminnan ja uudistavan toimintakulttuurin edistäjänä Suomessa. Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen blogi 21.6.2017 <https://ffrc.wordpress.com/2017/06/21/ennakointi-ja-startup/>

Kolbert, Elizabeth (2016) Kuudes sukupuutto: Luonnoton historia. Suomentanut Pirkko Vesterinen. Atena: Jyväskylä. Alkuperäisjulkaisu 2014.

Minkkinen, Matti (2018) Miltä tulevaisuudet tuntuvat? Ajatuksia tulevaisuudentutkimuksen estetiikasta. Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen blogi 24.8.2018 <https://ffrc.wordpress.com/tag/skenaariot/>

NASA (2018) Arctic Wintertime Sea Ice Extent Is Among Lowest On Record. National Aeronautics and Space Administration. 23.3.2018. <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2018/arctic-wintertime-sea-ice-extent-is-among-lowest-on-record>

Pouru, Laura (2017) Ihmiskunnan luontosuhteen korjaaminen. Teoksessa Pouru, Laura – Wilenius, Markku – Holstius, Karin & Heinonen, Sirkka (toim.) (2017) Ennalta näkijä, edellä kulkija. Pentti Malaskan elämäkertateos. Tulevaisuussarja 8. Tulevaisuuden tutkimuksen seura. Helsinki. s. 67–90. [https://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/esittely/pentti-malaska/Documents/Pentti-Malaska-Ennalta\\_naki-ja\\_edella\\_kulkija.pdf](https://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/esittely/pentti-malaska/Documents/Pentti-Malaska-Ennalta_naki-ja_edella_kulkija.pdf)

Scheffer, Marten (2009) *Critical Transitions in Nature and Society*. Princeton University Press.

Wilson, Edward O. (2016) Mitä ihmisen olemassaolo merkitsee. Suomentanut Hannu Poutiainen. Helsinki: Basam Books. Alkuperäisteos 2014.

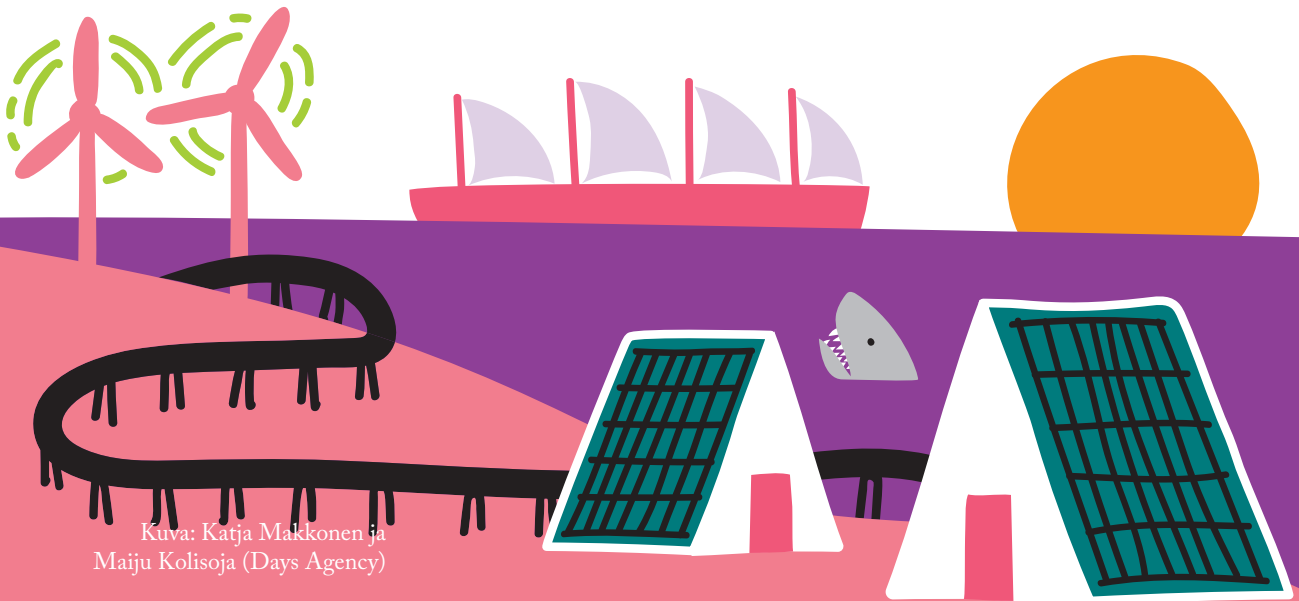
WWF (2016) Living Planet Index. Zoological Society of London and WWF. [https://wwf.panda.org/knowledge\\_hub/all\\_publications/living\\_planet\\_index2/](https://wwf.panda.org/knowledge_hub/all_publications/living_planet_index2/)





## 6. YLLÄTYKSET OVAT UUSI NORMAALI – SÄHKÖSTÄ TURVALLISUUTTA

Yllättävät tapahtumat ja muutosten seurausvaikutukset muokkaavat yhteiskuntaa. Mikäli muutosnopeus kiihtyy, tulevaisuusajattelun näkökulmasta yllätyksistä tulee ”uusi normaali”. Historian valossa yhteiskuntaa ravisuttavat yllätykset ja epätodennäköiset muutokset ovat lähes väistämättömiä – Nassim Nicholas Talebin mukaan ne mullistavat yhteiskuntaa jopa enemmän kuin yksittäiset trendit. Muutosvistarinnan sijaan yllätyksiä voidaan kuitenkin oppia ennakoimaan, sietämään ja jopa hyödyntämään kehittämällä tulevaisuusresilienssiä eli tulevaisuuden mukanaan tuomien muutosten sietokykyä. Uusiutuvien energialähteiden esiinmarssia onkin hyvä miettiä pitkän aikavälin näkökulmasta, kytkeytyyhän energia myös monenlaiseen politiikkaan. Tässä luvussa otetaan ensiaskeleita fossiilisen energian loppupelissä. Samalla pohditaan ennakkoinnin ja varautumisen merkitystä yllättäviinkin kehityskulkuihin uusiutuvan energian ja sähköistymisen voittokulussa.



Kuva: Katja Makkonen ja  
Maiju Kolisoja (Days Agency)

**”Maailma muuttuu eniten yllätysten kautta”**

**Nassim Taleb**

## AIKA KULTAA MUISTOT

Historiallisia aikakausia luonnehditaan yleensä suhteellisen vakaina ja samankaltaisina jaksoina. Niitä pidetään ennustettavina ellei peräti pysähtyneinä ja perinteiden ohjaamina. Normaaliuteen kuuluu jatkuvuuden tunne: esimerkiksi talouden kasvaessa tasaisesti ihmiset elävät yhtenäisissä ja vakaisissa yhteisöissä. Elämä tuntuu merkitykselliseltä ja tulevaisuus nähdään enemmän tai vähemmän turvattuna. Voidaan kuitenkin yhtä lailla väittää, että ihmiset ovat kautta aikain joutuneet elämään epävarmuudessa ja sopeutumaan äkillisiin, dramaattisiin ja arvaamattomiin tapahtumiin. Rajuja mullistuksia on vaikea havaita pelkästään trendejä seuraamalla, liittyhän trendeihin itsessään ajatus jatkuvuudesta. Trendejä onkin hyvä kyseenalaistaa ja tulkita: voidaan kysyä kuinka kauan ne kestävät, miten ja miksi ne päättyvät – ja mitä niiden tilalle oletetaan syntyvän. Lisäksi voidaan etsiä epäjatkuvuuksia ja kriittisiä muutoskohtia, joissa vallalla oleva suuntaus kääntyy vastakkaiseksi.

Viime vuosikymmeninä on nähty monenlaisia ja kauaskantoisia muutoksia ympäröivässä yhteiskunnassa. Parhailtaan käynnissä olevaa ajanjaksoa luonnehtii teknologioiden tunkeutuminen elämän eri osa-alueille. Uudet tavat käyttää sosiaalista mediaa heijastelevat sekä teknologista kehitystä että uudenlaisia elämäntapoja ja kulutustottumuksia. Monenlaisten muutosten ennakoidaan edelleen jatkuvan. Edellisissä luvuissa käsiteltyjen energia- ja liikennejärjestelmien murroksen lisäksi paineita on terveydenhuollossa, koulutuksessa, ruoantuotannossa ja asumisessa. Muutospaineet myös ruokivat toisiaan. Edessä on yhä nopeampia innovaatioiden syklejä ja taloudellisia prosesseja. Kiihtyvä yhteiskunnallinen muutos haastaa myös perinteisen poliittisen päätöksenteon. Äärimmäisiä tapahtumia, joilla on kauaskantoisia vaikutuksia, voidaan pitää tällaisten muutosten oireina.

## YKSITTÄISTEN KANSALAISTEN JA RYHMIEN VAIKUTUSMAHDOLLISUUDET KASVAVAT

Modernismin ja postmodernismin aikakautta voidaankin kiihtyvän muutostahdin johdosta kuvata normaalin jälkeiseksi aikakaudeksi. Tällaisessa tilanteessa perinteiset hierarkiat murtuvat. Kun perinteiset valta-asetelmat ja vastakkainasettelut rapautuvat, niiden rinnalle nousee uusia toimijoita ja vallan keskuksia. Keskeiset valtaa käyttävät modernin ajan instituutiot on jo kyseenalaistettu. Kansallisvaltioiden symboliikka on otettu kulttuurikritiikin kohteeksi. Vakaana pidetyt ammatit ovat menettäneet merkitystään työn murroksessa. Kun mielikuvat työstä muuttuvat, ei perinteinen työnteon malli ole suinkaan enää ainoa tapa kiinnittyä yhteiskuntaan (Hyssälä & Backman 2018).

Eräs näkyvimmistä muutoksista menneisiin aikoihin verrattuna on, että yhä useampi toimija voi ilmaista mielipiteensä vapaasti. Tavalliset kansalaiset ja ryhmät pääsevät vaikuttamaan siihen, miten yhteiskunta järjestetään. Valtaa käyttävät instituutiot ja vallankäyttäjät joutuvat puolestaan sopeutumaan uuteen tilanteeseen. Näkyville tulevat aiempaa aidommin yhteiskuntien monikerroksisuus, eriarvoisuus ja ristiriidat. Yhden toimintamallin sijasta täytyy sovittaa yhteen moninaisia arvoja, tarpeita ja elämäntilanteita. Samalla kansalaisiin aletaan luottaa yhä useammin omien elämäntilanteidensa asiantuntijoina.

Voittopuolisesti positiivisella kehityskululla onkin myös kääntöpuolensa. Jatkuvuutta haikaileville muutos näyttäytyy yhteiskunnan monimutkaistumisena. Uusia ilmiöitä ja tapahtumia tuntuu

luonnehtivan epävarmuus ja nopeat muutokset tai jopa kaaoksen tunne. Osa ihmisistä kokee, että maailma on muuttunut ennalta-arvaamattomaksi. He kokevat yhtenäisyyden puutteen uhkana ja turvattomuutena, eivät mahdollisuutena. Julkisen keskustelun sirpaloitumisen seurauksena asiantuntijatieto ja jopa viranomaisten rooli kyseenalaistetaan. Jatkuvan muutoksen vastareaktionä nousee kaipuu vakaisiin ja tiiviisiin, suljettuihinkin yhteisöihin. Digitaalinen verkottuneisuus luo uusia vertaisyhteisöjä, mutta synnyttää myös uusia kuplia.

Uusiutuvien energialähteiden käyttöönotto voidaan mieltää osana tämän kulttuurisen murroksen jatkumoa. Samalla kun vanhan energiajärjestelmän toimintaperiaatteet kyseenalaistetaan, uutta energiajärjestelmää sekä siihen kytkeytyvää uutta energiankäytön elämäntapaa ja kulttuuria ei ole vielä luotu. Uusiutuvien energialähteiden esiinmarssia onkin hyvä miettiä pitkän aikavälin näkökulmasta.<sup>70</sup> Merkittävät yllätykset voivat kytkeytyä nimenomaisesti yhteiskunnallisiin ja poliittisiin tapahtumiin. Haluamme tuoda näkökulman, joka aiemmin on jäänyt vähemmälle huomiolle: vaihtoehtoisia kehityskulkuja ennakoimalla on mahdollista varautua paremmin sellaisiin haasteisiin ja yllätyksiin, jotka eivät näyttäydy meille vielä akuutisti tässä päivässä.

## HEI HEI, HIILIVOIMA!

Uusiutuvan energian esiinmarssi ja vertaisyhteiskunnan periaatteiden jalkautuminen eivät tapahdu umpiossa. Kun siirrytään puhtaaseen energiajärjestelmään, korvataan vanhaa. Ensimmäisenä tulinjalla on hiilivoima, joka on jo menettänyt kilpailukykyään: uusien hiilivoimaloiden rakentaminen ja käyttö on selvästi kalliimpaa kuin aurinko- tai tuulivoiman lisääminen. Ero tulee korostumaan aurinko- ja tuulivoiman kustannusten edelleen laskiessa. Tämä tarkoittaa vanhojen työpaikkojen kaatoamista. Moni Yhdysvaltain pikkukaupunki rakennettiin hiilen, öljyn ja kaasun ympärille. Ennen vuoden 2017 presidentinvaaleja maan hiiliteollisuudesta oli viidessä vuodessa hävinnyt lähes puolet alan työpaikoista (Fox 2018). Hiiliteollisuus on merkittävä työllistäjä myös Australiassa, Etelä-Afrikassa ja Kiinassa. Uutta luodessa puretaanakin niin materiaalista, sosiaalista kuin kulttuurista sidettä vanhaan infrastruktuuriin.

Vaarallisinta on, mikäli hämmöttäviin muutoksiin ei lainkaan varauduta. Hiiliriskillä tai hiilikuplalla viitataan skenaarioon, jossa markkinoilla syntyy voimakas yhteisymmärrys hiilidioksidipäästöjen haitallisuudesta niin, että hiili-intensiivisiin aloihin investoiminen muodostuu ensin taloudelliseksi riskiksi ja lopulta kannattamattomaksi. Monet sijoitussalkut muuttuisivat arvottomiksi. Seurauksena olisi rajuja taloudellisia menetyksiä niin eläkerahastoille kuin tavallisille piensijoittajille. Yliopisto-opiskelijat ympäri maailman ovat jo kampanjoineet, jotta heidän opinahjonsa muuttaisivat sijoitussalkkujensa painotuksia. Maailmanpankki on muuttanut rahoituksen painotuksiaan ja Norjan öljyrahasto vetänyt osan sijoituksistaan hiili-intensiivisiltä teollisuudenaloilta. Moni pankki ja rahasto on alkanut tarjota vähähiilisiä sijoituskohteita vastatakseen kuluttajien kysyntään ja hiiliriskiä vähentääkseen.

---

70 Energia-alaan voi kohdistua monenlaisia yllätyksiä ja monesta eri suunnasta (Heinonen et al. 2017c).

## PERINTEISET ALAT PUOLUSTAUTUVAT

Ilmastohaastetta ratkoessa ei saa unohtaa energiakysymysten sosiaalista ja poliittista ulottuvuutta. Energiamaailma on verkottunut tavoin, joita uudet uusiutuvan energian edelläkävijät ja verkostot haastavat. Hiililyöläisten lakot ovat olleet usein poliittisia tapauksia, sillä ala vaatii huomattavasti enemmän työvoimaa kuin öljyteollisuus (Dannreuther 2017). Donald Trumpin kampanja herätteli amerikkalaista unelmaa puhuttelemalla Keskilännen hiililyöläisiä. Kun startup-liike ja yhteiskunnalliset liikkeet ajavat muutoksia tulevaisuudesta käsin, Trumpin kaltaiset johtajat näyttävät vanhan maailman autoritaarisina puolustajina. ”Fossiili-imperiumi” ei antaudu suosiolla, vaikka energian loppupelissä sillä ei ole tulevaisuutta.<sup>71</sup>

Syntyy aaltoliikettä ja tempoilevuutta. Normaalin jälkeisen aikakauden murrokseen kytkeytyvät liberaalismin ja konservatiivisuuden sekä paikallisuuden, kansallismielisyyden ja globalismin väliset jännitteet. Tosin harva kykeni näkemään kehityskulkua, jossa Yhdysvaltain sisäpoliittiset ristiriidat ja puoluejärjestelmän kriisiytyminen johtaisivat sellaiseen ideologisen linjan muutokseen, että yhtiä puhuttaisiin maailmanlaajuisesti jopa kauppasodan uhasta.

Nämä jännitteet kuvaavat energiamurrokseen kytkeytyviä kulttuurisia sidoksia sekä intressien moninaisuutta. Eräät toimialat, kulttuurit ja valtiot ovat muutokselle alttiimpia, toiset kykenevät vastustamaan voimakkaammin. Tällaisten seikkojen arviointi ei aina ole ongelmatonta sosiaalisista ja taloudellisista lähtökohdista tarkastellen. Kiinan kaltaisessa maassa asennetun uusiutuvan energian määrää pystytään lisäämään nopeastikin. Sijoitusyhtiöt ja suuryritykset voivat vältellä veroja ja silti kanavoida uusiutuvan energian investointeja. Teknologisen kehityksen ja globalisaation välinen suhde ei ole ylipäänsä yksiselitteinen.

### Miten eri valtiot kuvittelevat oman tulevaisuutensa?

Monissa maissa vertaisuuden arvot eivät ole vielä yleisesti hyväksytyjä, ja energiantuotanto on yhä varsin valtiojohtoista. Uusiutuvan energian esiinmarssi avaa uusia kysymyksiä ja erilaisia mahdollisuuksia. Miten itänaapurimme Venäjä voisi kiinnostua uusiutuvan energian järjestelmästä – onhan sillä tarjota runsaasti tuulivoimaa? Entä miten saada mukaan Keski-Aasian maat? Afrikan väkirikkain maa Nigeria rahoittaa öljy- ja kaasutuloista lähes koko valtion budjettinsa. Saudi-Arabia haluaa vähentää maansa öljyriippuvuutta. Mihin muut Lähi-idän öljyvaltiot vuonna 2050 perustavat varallisuutensa?

71 Tästä tarkemmin Heinonen et al. (2017a; b; e; 2018).

## UUDEN INFRASTRUKTUURIN ITUJA

Uusiutuvan energian teknologiat ja vertaisuuden periaatteet vaikuttavat myös valtioiden välisiin suhteisiin: uudet energiareсурssit korvaavat vanhat, uusia teknologioita otetaan käyttöön ja energian geopolitiikka muuttuu (Scholten ja Bosman 2016). Kaikilla maailman valtioilla on jonkin verran uusiutuvan energian resurssia. Niistä tulee uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön sekä synteettisten polttoaineiden kuluttajia ja tuottajia. Tämä lisää alueellista ja valtioiden välistä energiaomavaraisuutta ja yhteistyötä, lisää sähköverkon hallinnan vaatimuksia sekä vähentää geopolitiittisia jännitteitä. Energiantuotannon alueellinen tasapaino voi muuttua. Energiastrategioita ja huoltovarmuutta aletaan arvioida uudesta näkökulmasta.

Sähköistetty ja uushiilinen energiajärjestelmä ei romuta kokonaan jo olemassa olevia fossiilisen energian infrastruktuureja. Siinä synteettisiä polttoaineita tuotetaan siellä missä aurinko paistaa ja tuulee erityisen voimakkaasti, kuten Patagoniassa, eteläisessä Argentiinassa sekä Afrikan sarven alueella (Fasihi et al. 2018). Halvan energian alueilla perustetaan uusia tuotantolaitoksia, joissa valmistetaan synteettistä dieselöljyä ja synteettistä maakaasua. Jälkimmäistä lastataan laivoihin kuten nestemäistä maakaasua tänä päivänä ja tuodaan maailmanmarkkinoille esimerkiksi Euroopassa Rotterdamin satamaan. Näin uusiutuvista energianlähteistä valmistetut synteettiset polttoaineet alkavat kilpailla niiden fossiilisten esikuvien kanssa.

## ENERGIATURVALLISUUS DIGITAALISESSA MAAILMASSA

Halvan öljyn aikakaudella energia- ja puolustusasiantuntijat ovat pelänneet Hormuzinsalmen sulkeutumista, sillä sen läpi kulkee päivittäin lähes viidennes maailman öljystä. Jos se tukittaisiin, öljykuljetukset länsimaihin pysähtyisivät. Myöskään tulevaisuuden energiajärjestelmä, sen rakenteet ja toimintatavat eivät ole vailla riskejä. Ennakoimalla voidaan parantaa uusiutuvan energian järjestelmän resilienssiä eli kimmoisuutta, jotta tulevaisuuden järjestelmän palautumiskyky olisi turvattu häiriöiden ja katastrofienkin sattuessa. Tähän tarvitaan laaja-alaisen ilmiöiden ymmärtämistä.

Uusiutuvan energian järjestelmässä energiaturvallisuus määrittyy suhteessa uusiutuvan energian tuotantoon. Jos järjestelmä on riittävän joustava, energiantuotannon huippuja ja laskuja voidaan tasapainottaa. Älykkäiden sähkölaitteiden maailmassa ja energian internetissä korostuu digitalisaation rooli. Se on muuttanut kaikki alat, joille se on edennyt ja tuonut niihin omat toimintaperiaatteensa. Energian internetissä tämä tarkoittaa kyberturvallisuuden korostumista. Verkkomaailmassa sotia ei julisteta, ne alkavat. Erilaiset vihamieliset hakkerit tai terroristit voisivat toimia energian internetiä vastaan. Tässä tapauksessa hyökkäyksen kohteena ei ole fyysinen voimalaitos, vaan miljardeja sähkölaitteita.

Tällainen hajautettu aurinko- ja tuulivoimaan perustuva energiajärjestelmä lukuisine energiantuotannon lähteineen lienee silti helpompi palauttaa toimintakykyiseksi mahdollisen kyberhyökkäyksen jäljiltä kuin nykyinen energiajärjestelmämme. Jokaisen aurinkovoimalan ja sähköauton tuhoamiseksi ei yksinkertaisesti riitä armeijakuntaa tai hakkereita. Näiden seikkojen lisäksi täytyy muistaa energiaturvallisuuteen vaikuttavat ympäristöseikat ja taloudelliset näkökohdat. Sään ääri-ilmiöt ja

ilmaston lämpeneminen voivat laittaa uusiutuvan energian infrastruktuurin nykyistä kovemmalle koetukselle<sup>72</sup>. Lisäksi valtiot ovat pelänneet öljyn hinnan vaihteluita ja silti etsineet sitä yhä vaikeammista paikoista. Kenties tulevaisuudessa kannetaan huolta litiumin, koboltin ja harvinaisten maametallien hintavaihteluista ja saatavuudesta. (Ks. Bardi 2014).

## Uinuen kohti energiakriisejä ja romahduksia

Kerrotaan tarinaa sammakosta, joka laitetaan lämpimään keitinveteen. Aluksi sammakko nauttii olostaan lämpimässä vedessä. Kun keitinlevyn laittaa päälle ja vesi alkaa hiljalleen kuumeta, ei sammakko huomaa tätä tai ymmärrä paeta astiasta. Metafora on varoitus hitaan muutoksen uhasta.

Eräs ihmiskuntaa kiehtovimmista arvoituksista liittyy Pääsiäissaarella kukoistaneen sivilisaation romahdukseen. Osasyynä on pidetty ympäristöongelmille tyypillistä yhteismaiden tai yhteislaidunten ongelmaa (Hardin 1968; Ostrom 1990). Kun kuka tahansa sai kuluttaa puita, ei ollut tahoja vastuussa puuston kestävästä käytöstä. Kun ajat kovenivat, jäljelle jäi puuton saari, ja samalla saaren kukoistava sivilisaatio romahti (Diamond 2005). Ugo Bardi (2018) on kirjoittanut kokonaisen kirjan romahdusten nopeudesta. Hän kutsuu Seneca-efektiksi sitä, että kasvu on hidasta, mutta romahdus tapahtuu yhtäkkiä.<sup>73</sup>

Energiakriiseissä energian saatavuus vaarantuu. Monen tekijän summa johti Lähi-idän tilanteen kiristymiseen ja vuoden 1973 öljykriisin puhkeamiseen. Kun Arabimaat sulkiivat öljyhanansa, öljykriisi vaikutti kansainvälisiin energiamaarkkinoihin ja aiheutti shokin – varsinaisen öljypulan. Suomessakin poltettiin kynttilöitä, lämpöpattereita ruuvattiin pienemmälle ja kaduilla vain joka toinen katuvalo paloi. Kriisi sysäsi kansalaiset ja energia-alan miettimään suhdettaan energiaan. Esimerkkejä varsinaisista energiaan liittyvistä katastrofeista ovat Alaskan (Exxon Valdez) ja Meksikonlahden (BP) vakavat öljyvuodot vuosina 1989 ja 2010 sekä Three Mile Islandin (1979), Tšernobylin (1986) ja Fukushima (2011) ydinvoimalaonnettomuudet.

72 Lisäksi ilmastonmuutoksen lieveilmiöiden on laajalti uumoiltu aiheuttavan sosiaalista liikehdintää ja muuttoliikkeitä.

73 Bardi viittaa antiikin roomalaiseen filosofikirjailija Senecaan, jonka mukaan kaupungit rakennetaan ja rakentuvat hitaasti, mutta ne voivat yhtäkkiä luhistua (Heinonen 2000).

## MUUTOS ON NIIN NOPEAA, ETEI PERÄSSÄ PYSY

Uusiutuvien energianlähteiden laajamittainen käyttöönotto ei kuitenkaan ole ainoa teknologinen voima. Tulevaisuudessa sähköä tulevat nielemään tekoälyn käyttöönotto ja esineiden internetin lonkerot, jotka ulottuvat kaikkialle yhteiskuntaan. Suuret tietomassat, synteettinen biologia ja uudet ympäristöteknologiat nekin voivat olla merkittävässä roolissa. Kun elämäntyylien muutos kytkeytyy radikaalien teknologioiden käyttöönottoon, aukeaa uusia toimintatapoja. Kun uusiutuvat energianlähteet otetaan massiivisesti käyttöön ja lähes ilmaista energiaa on runsaasti saatavilla, tunne normaalinjälkeisyydestä voi vain lisääntyä. Uusista asioista, jotka helpottavat arkeamme sekä lieveilmiöistä, joita emme vielä tunne, tulee mahdollisia. Tämä tarkoittaa niin tehokkaampaa joukko-liikennettä, parantuneita terveystalvueluita ja ilmanlaatua kuin yhä omaehtoisemmin järjestäytyviä kiusantekijöitä.

Samalla muuttuu ihmiskäsitys. Teknologinen singulariteetti on hetki, jolloin keinoäly saavuttaa ihmisen älykkyyden ja jopa ylittää sen. Ray Kurzweilin (2005) mukaan se tapahtuu viimeistään vuonna 2045. Singulariteetti eli ihmisen ja koneen yhdistyminen olisi teknologissävytteinen kehityskulku.<sup>74</sup> Teknologian läpitunkemissa yhteiskunnissa ne, joilla on teknologioita runsaasti käytössään voivat olla muita paremmassa asemassa. Jos teknologiayritykset pääsevät hegemoniseen asemaan niin kenties algoritmit manipuloivat todellisuutta. Teknologisen singulariteetin rinnalle tai sijaan tarvittaisiin ihmisyyden singulariteetti – syvällinen ymmärrys siitä, että me olemme osa luontoa ja teknologia on meidän jatkeemme eikä primus motor.

Piilaakson ekosysteemit Kaliforniassa mullistivat analogisen ajattelun aikakauden ja loivat informaatioteknologian veturit, ja pian bitit ja elektronit korvaavat fossiilisen ja atomipohjaisen energia-teollisuuden. Uushiilinen vallankumous tarkoittaisi uusiutuvan energian kattavaa valjastamista. Yhä useampi polttamiseen perustuva prosessi, kuten esimerkiksi tieliikenne, korvattaisiin sähköistämällä ja hajautuneen toimintalogiikan ja uuden verkottuneisuuden tavoitteet kietoutuisivat yhteen. Voitaisiin alkaa puhua uudesta, vertaisuuteen pohjautuvasta teollisen vallankumouksen logiikasta.

## POLTAMISEN AIKAKAUSI PALAA LOPPUUN – PALKINTONA TURVALLINEN TULEVAISUUS?

Epäjatkuvuus tarkoittaa jonkin vanhan päättymistä ja uuden alkamista. Epäjatkuvuudet ovat vähittäisiä, pitkäkestoisia ja syviä muutosprosesseja, joihin kytkeytyvät trendit, heikot signaalit tai kokonaan uudet ilmiöt. Ne ovat kompleksisten järjestelmien ominaisuus. Useat edellä käsitellyt tekijät ennakoivat nykyisten kehityskulkujen epäjatkuvuutta, ja tulevaisuutta, joka ei näytä samalta kuin nykyhetki. Kehitys ylipäänsä on harvoin lineaarista ja monimutkaistuva maailma ympärillämme muuttuu kiihtyvään tahtiin. Esimerkiksi poliittiset heilahtelut ja ilmaston lämpeneminen vaikuttavat siihen, miten esitetyt skenaariot eri alueilla kehittyvät.

---

74 Transhumanistinen ajatussuuntaus edistää tulevaisuuden teknologioiden käyttöä ihmisten elämänlaadun ja ihmiskehon toimintojen parantamiseen.



Vertaisuuden visiossa yhteiskunnallinen valta jakautuu suhteellisen tasaisesti. Mutta vaikka voisimme ratkaista ekologisen kriisin, taata kaikille yltäkylläisyyden ja ratkaista varallisuuden epätasaisen jakautumisen maailmassa, yllättävät tekijät voivat saattaa kansalaiset epätasa-arvoiseen asemaan. Uudet arvot, toimintatavat ja uusi tietoisuus luovat itsessään voittajia ja häviäjiä. Onkin epätodennäköistä, että edes päästöttömässä tulevaisuudessa elämä olisi silkkaa ruusuilla tanssimista. Maailman monimutkaisuuteen liittyvä turvattomuuden tunne voi jäädä ratkaisematta. Historian valossa yhteiskuntaa ravisuttavat yllätykset ja epätodennäköiset muutokset ovat lähes väistämättömiä. Epävarmuuksien ja yllätyksien kanssa voi kuitenkin oppia elämään ja niistä voi saada eväitä kokonaisvaltaiseen pärjämiseen.

## Villejä kortteja ja mustia joutsenia

Yhä nopeammin muuttuvassa maailmassa tulevaisuus sisältää yhä enemmän epävarmuustekijöitä, riskejä ja yllätyksiä. Tulevaisuusajattelussa niitä ei pyritä selättämään, vaan halutaan valmistautua niiden varalle ja vahvistaa tulevaisuusresilienssiä – kykyä selviytyä tulevaisuuden mukanaan tuomista yllätyksistäkin. Villit kortit ovat yllättäviä ja erittäin epätodennäköisiä tapahtumia. Lähes samantapaisiin yllätyksiin viittaa Nassim Taleb (2013) niin sanotuilla mustilla joutsenilla. Ne ovat paitsi harvinaisia ja odottamattomia tapahtumia, myös vaikutuksiltaan dramaattisia. Mustien joutsenten liito ja niiden aiheuttamat vaikutukset voivat olla luonteeltaan joko myönteisiä tai kielteisiä. Musta väri ei siis viittaa negatiivisuuteen vaan yllätyksellisyyteen.

Vanha länsimainen käsitys joutsenten valkoisuudesta murtui 1600-luvulla, kun saatiin yllättäen tietää Australiassa olevan myös mustia joutsenia. Musta joutsen kyseenalaistaa olemassa olevan tiedon tason ja voi muuttaa sen kertaheitolla. Ennakointiosaamiseen kuuluu taito pohtia mistä mustat joutsenet lehahtavat lentoon, mitä vaikutuksia niillä on ja miten niiden tuloon pitäisi valmistautua? Ne osoittavat, että tulevaisuus ei etene lineaarisesti ja täysin ennustettavasti, vaikka tietoa olisi kuinka paljon. Aito ennakointitieto syntyy epäjatkuvuuskohtien ja mahdollisten mustien joutsenten tunnistamisesta. Esimerkkejä tällaisista tapahtumista ovat vuoden 2001 terrori-isku World Trade Centeriin, Yhdysvaltojen asuntoluottokriisi globaalien finanssikriisin alkusoihtona vuonna 2008 sekä Islannin tulivuoren tuhkapilven aiheuttama lentoliikennekaos Euroopassa vuonna 2010.

Näitä menneitä mustia joutsenia voi miettiä suhteessa energia-alaan. Voidaan myös koettaa tähytellä tulevia mustia joutsenia ja niiden vaikutuksia. Mustia joutsenia voisivat olla esimerkiksi ikiroudan sulamisen aiheuttama metaanipommi, jonkin merkittävän suurvallan romahdus, horjuvan fossiiliteollisuuden vastaisku, robottien kapina, energian internetiin tai sähköverkkoihin kohdistuva kyberhyökkäys sekä läpimurto puhtaan energian valjastamiseksi. (Heinonen et al. 2017b; c). Ovatko jotkut edellisen luvun skenaariot vastustuskykyisempiä erilaisten mustien joutsenten suhteen kuin toiset?

Vertaisyhteiskunta on monimutkaisempi, ja omalla tavallaan epävakaa ja arvaamaton toisin kuin nykypäivän tasaisen tylsältä tuntuva yhteiskunta. Toisaalta teknologian suoma mahdollisuuksien moninaisuus tuo arkeen uutta jännitystä, mielenkiintoa, viihdettä ja elämyksellisyyttä. Uuden energijärjestelmän vihdoin valmistuessa voidaan kuvitella uusi vakauden ja jatkuvuuden aikakausi. Syvälinen ekologinen tietoisuus, jossa verkottunut ihmiskunta elää vertaisina toistensa kanssa ja ymmärtää paikkansa maailmassa olisi osa post-ihmiskunnan (*post-humanity*) alkua, jossa ihminen elää paremmin, pidempään ja runsaudessa. Edessä on luultavasti erilaisia polkuja edelläkävijöiden ajamana sekä monia yllätyksiä – sellaisiakin, joita ei tänä päivänä edes välttämättä osata kuvitella. Pitkällä aikavälillä uusiutuvaan energiaan pohjautuva vertaisteollinen vallankumous tarkoittaisi loppua fossiilisten energianlähteiden polttamiselle. Tämä itsessään olisi aikamoinen yllätys.

### Kysymyksiä pohdittavaksi:

- Mieti epäjatkuvuuksia – asioita tai ilmiöitä, jotka näyttävät häipyvän ”menneisyshorisonttiin” – mitkä niistä ovat yllätyksiä?
- Minkälaiset tekijät selittävät yhteiskunnallisen keskustelun moniäänistymistä ja kehityksen nopeuden muutosta?
- Miksi ensimmäisenä povataan hiiliteollisuuden kuolemaa? Mitkä samat/eri tekijät vaikuttavat muihin fossiilisiin polttoaineisiin, kuten maakaasuun ja öljyyn?
- Etsi jokin odottamaton yllätys – positiivinen tai negatiivinen, joka voisi vauhdittaa siirtymistä uusiutuvan energian järjestelmän käyttöönottoon?
- Minkälaisia positiivisia tai negatiivisia yllätyksiä voisi ilmetä sähköistetyssä vertaisyhteiskunnassa, joka käyttää vain uusiutuvia energianlähteitä?

## AVAINLÄHTEITÄ JA LUKUSUOSITUKSIA

Bardi, Ugo (2018) *The Seneca Effect – Why Growth is Slow but Ruin is Rapid*. Springer, 210 s.

Diamond, Jared (2005) *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. Viking Press

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta (2013) (toim.) *Mustat joutsenet – mikä muuttaa maailmaa seuraavaksi?* Tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 4/2013, 294 s. [https://www.eduskunta.fi/FI/tietoeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj\\_4+2013.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/tietoeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_4+2013.pdf)

Dannreuther, Roland (2017) *Energy Security*. Polity Press.

Goodall, Chris (2018) *The economics of power to fuels*. Carbon Commentary -blogi, 23.8.2018. <https://www.carboncommentary.com/blog/2018/8/23/the-economics-of-power-to-fuels>

Heinonen, S. – Karjalainen, J. – Ruotsalainen, J. & Steinmüller, K. (2017c) *Surprise as the New Normal – Implications for Energy Security*. *European Journal of Futures Research* 5: 12. <https://doi.org/10.1007/s40309-017-0117-5>

Kurzweil, Raymond (2005) *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*. Viking Books: New York, 652 s.

Neo-Carbon Energy: Fuel can be made from air. <http://bit.ly/2zyj7Yt>

Meadows, Donella H. (2008) *Thinking in Systems: A Primer*. Toim. Diana Wright. Sustainability Institute, Chelsea Green

Ostrom, Elinor (1990) *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press, 280 s

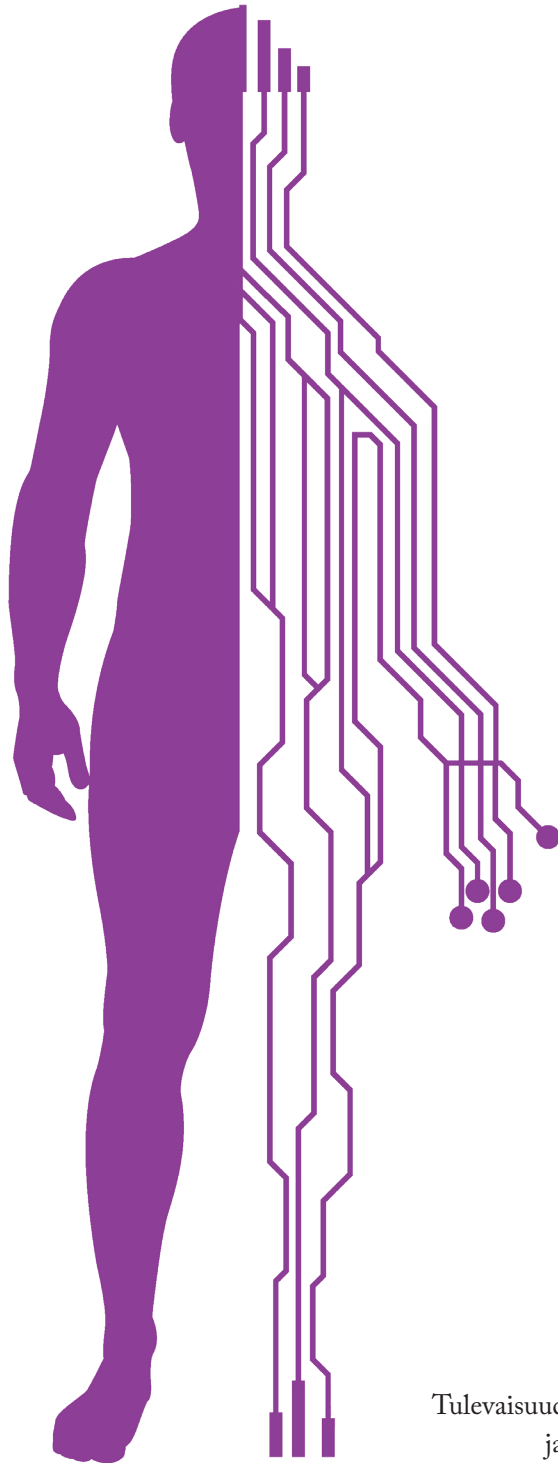
Scoones, Ian – Leach, Melissa & Newell, Peter (toim.) (2015) *The Politics of Green Transformations*, Routledge: London & New York, 220 s.

Swilling, Mark & Annecke, Eve (2012) *Just Transitions: Explorations of Sustainability in an Unfair World*, United Nations University Press, Tokio.

Taleb, Nassim (2013) *Musta joutsen: Erittäin epätodennäköisen vaikutus*. Terra Cognita: Helsinki. Alkuperäisjulkaisu 2007.

VNK (2017b) *Energia, huoltovarmuus ja geopoliittiset siirtymät*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 79/2017, 183 s. [https://tietokayttoon.fi/documents/10616/3866814/79\\_P%C3%B6yry\\_AI\\_energia\\_huoltovarmuus+ja+geopoliittiset+siirtym%C3%A4t\\_loppuraportti\\_151217\\_final.pdf/789a785e-18d9-4491-92e1-cd8524865bfd?version=1.0](https://tietokayttoon.fi/documents/10616/3866814/79_P%C3%B6yry_AI_energia_huoltovarmuus+ja+geopoliittiset+siirtym%C3%A4t_loppuraportti_151217_final.pdf/789a785e-18d9-4491-92e1-cd8524865bfd?version=1.0)

Yachnin, Jennifer (toim.) (2015) *Hillary Clinton Vows to Make U.S. a Clean Energy Superpower*. *Scientific American*. <https://www.scientificamerican.com/article/hillary-clinton-vows-to-make-u-s-a-clean-energy-superpower/>



Tulevaisuudessa ihmiskunta ja koneet kuluttavat  
ja tuottavat energiansa päästöttömästi.

## 7. LOPUKSI – SUOSITUKSIA JA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Kirjassa on keskitytty uusiutuvan energiajärjestelmän syntyyn ja yhteiskunnan kokonaisvaltaiseen sähköistämiseen, joita vertaisuuden uusien mallien omaksuminen tukevat. Hierarkisuuden ja verkottuneen logiikan ristiriita laukeaa tulevaisuudessa kun ruohonjuuritaso ja vertaisuuden malli vahvistuvat. Vertaisyhteiskunnan periaatteiden omaksuminen helpottaakin siirtymistä tulevaisuuden energiajärjestelmään. Digitaaliset ja sosiaaliseen mediaan pohjautuvat alustat toimivat jo nyt uusina jakamisen ja yhteisöllisyyden näyttämöinä. Niiden rinnalla tarvitaan uusia innovatiivisia ja yhteiskuntavastuullisia toimintatapoja, kun siirrytään kohti hajautettua vertaisyhteiskuntaa, missä ruohonjuuritason aloitteet ja aktiviteetit kukoistavat.



**"Paras tapa ennustaa tulevaisuus on luoda se."**

**Peter Drucker**

## UUSIUTUVAN ENERGIAN TEKNOLOGINEN SELKÄRANKA

Ajatus sähköistetyistä ja uushiilisestä energiajärjestelmästä vertaisyhteiskunnassa tarkoittaa uutta energiaa koskevaa teknis-taloudellista paradigmat. Tällainen energiajärjestelmä sähköistää maailman, hyödyntää uushiilisyiden mahdollisuudet joita luvussa 3 kuvattiin, ja siten muuntaa kestävämpiä energian käyttötapojamme uusiutuviin energianlähteisiin pohjautuviksi. Uusi aurinkoon ja tuuleen pohjaava energiajärjestelmä merkitsee elämää vertaisina energian internetissä sekä runsasta määrää päästötöntä energiaa. Näihin periaatteisiin nojaaminen avaa ovia kansalaisille, uudelle liiketoiminnalle ja energian varastointiteknologioille, älykkäille energiapalveluille, sähköiselle liikenteelle sekä ratkaisuja teollisiin tarpeisiin. Tämä muuttaa koko maailman energiantuotannon rakennetta ja ennakoit pitkillä aikavälillä fossiilisten polttoaineiden käytön lopettamista kokonaan.

## ERILAISIA POLKUJA KOHTI PÄÄSTÖTÖNTÄ TULEVAISUUTTA

Visiota ei voida rakentaa ylhäältä alaspäin – sen täytyy sopia erilaisista taustoista ja ympäristöistä tuleville ihmisille. Edellä kuvatut neljä skenaariota osoittavat, että vertaisuuteen nojaava uusiutuvan energian järjestelmä voi näyttytyä varsin erilaisena – vaikka kyse on sinänsä samoista teknologisista periaatteista (ks. myös Scoones et al. 2015). Ei ole vain yhtä oiketietä energiaonnellaan. Onkin luultavaa, että energiamurros saa ympäri maailmaa erilaisia painotuksia, sillä uuden teknologian käyttöönsä valjastavat yhteiskunnat poikkeavat toisistaan. Ruohonjuuritason, vertaisuuden ja avoimuuden yhdistelmä yli raja-aitojen on varmin keino edistää siihen nojaavaa visiota.

Kansalaisvetoisuutta kannattaa siis vaalia. Moni haluaa osallistua, testata ja kritisoida – ennen kuin uskoo. Edelläkävijöitä seurataan ja kokemuksia jaetaan. Vertaisina toimiminen lisää innostusta nousevien teknologioiden ja periaatteiden omaksumiseen. Kansalaisjärjestöille ja uusille ryhmille avautuu mahdollisuuksia ajaa visiota eteenpäin ja lisätä päätöksenteon läpinäkyvyyttä, eettisyyttä ja hyväksyttävyyttä. Uusiutuvien energialähteiden kokonaisvaltainen tarkastelu yhteiskunnallisesta näkökulmasta lisää yleistä ymmärrystä uusiutuvien energialähteiden mahdollisuuksista. Samalla on ennakoitava, jotta vauhdikkaasti etenevässä muutoksen kulkussa pysyy mukana!

## MUUTOSAJATTELU JA VERTAISUUS ENERGIAMURROKSEN TUEKSI

Arvojen ja elämäntyylien muutokset ovat muutoksen merkkejä. Yhteiskunnan avaintoimijat haastetaan nyt miettimään, miten kansalaisten into voidaan valjastaa vauhdittamaan energiamurrosta. Energiapolitiikalta toivotaankin energiamurroksen mahdollistamista tavoilla, joissa vertaisuus huomioidaan. Uusi vertaisuuden malli täytyy ottaa huomioon myös energiasektorin yhteisessä liikenteen, rakentamisen ja ruoantuotannon suhteen. Osa ennakkointia on muutosten tunnistaminen ja seuraaminen, minkä jälkeen on tulkintojen ja johtopäätösten aika. Täytyy muistaa, että muutoksen nopeus usein yliarvioidaan lyhyellä tähtämällä ja aliarvioidaan pitkällä tähtämällä. Vuoden 2050 energiamaailma voi perusteellisesti yllättää yritykset ja muut toimijat elleivät ne nyt mieti omaa toimintaansa tulevaisuutta avoimesti ennakoiden.

Vertaisuus on jo vallalla kansalaisyhteiskunnassa ja osin yksityisellä sektorillakin. Uudet rajoja rikkovat innovaatiot luovat täysin uudet markkinat kansalaisille markkinaosapuolina – tuottamassa ja varastoimassa energiaa. Muutoksesta avautuvat mahdollisuudet voidaan tunnistaa visioissa, strategioissa, suunnitelmissa ja päätöksenteossa useilla eri tasoilla. Näin vahvistetaan tunnetta arjen tekojen merkityksestä ilmastomuutoksen torjunnassa. Samanaikaisesti otetaan käyttöön nousevia teknologioita, ja talouden ja työn murros kyseenalaistavat vanhat työnteon muodot ja teollisuuden menetelmät. Teknologisten murrosten, kuten tekoälyn, robottien, sähköautojen ja itseajavien ajoneuvojen avulla ei vain luoda uusia palveluja vaan myös elämäntapamuutoksia. Vaan miten nousevat teknologiat valjastavat ekologisuuden vaatimukset vertaisuuden periaattetta noudattaen? Tämä oivallus on avain yritysten toiminnan uudelleen ajatteluun.

## EDELLÄKÄVIJÖINÄ KOHTI UUTTA TULEVAISUUTTA

Vaikka vertaisuuden periaatteet lisäävät ruohonjuuritason valtaa ja kuluttajan rooli on ratkaiseva, ei vertaisyhteiskuntaan noin vain loikata. On syytä seurata, annetaanko kansalaisten johtaa uusiutuvan energian vision jalkauttamista, sanelevatko yritykset ja poliitikot nuotit – vai mennäänkö teknologia edellä? Kuka painaa jarrua ja missä kohdin? Kansalaiset tarvitsevat apua prosumerististen periaatteiden jalkauttamisessa, ja tämän jälkeen edelleen voimaistuakseen energian internetin läpimurrosta. Tässä esimerkiksi suuret energiayhtiöt voivat auttaa. Uusiutuvan energian järjestelmän käyttöönottoa edistävän toimintaympäristön tulisi tunnistaa sitä tukevat mallit. Itsenäiset kansalaiset voivat etsiä tietä ryhminä ja luoda uutta, jos heillä on tarvittava tila ja työkalut. Kuvatut muutokset eivät tapahdu itsestään, vaan pikkuhiljaa.

Jos toimintaympäristö ja -kulttuuri ovat muutokselle suotuisia, se kannustaa ihmisiä tarttumaan toimiin. Edelläkävijät ovat uusien mahdollisuuksien etsijöitä – yritteliäitä ja määrätietoisia tutkimusmatkailijoita. He rakentavat tulevaisuuden ilmastoystävällistä yhteiskuntaa ja taloutta – sekä kriittisesti analysoivat niiden vaihtoehtoja. Digitaalisessa merkitysyhteiskunnassa ihmiset saavat apua muilta ja antavat apua muille. Uuden energiajärjestelmän rakentamisessa mielekästä haastetta riittää. Edelläkävijäyritykset ja startupit käyttävät luovaa, sosiaalista ja ekologista ajattelutapaa vaihtoehtoiset tulevaisuudet mielessään. He ovat valmiita raivaamaan esteet uusien innovaatioiden tai teknologioiden käyttöönotossa. Uraauurtavat teot voivat alkaa varsin pieninä aloitteina ja kokeiluilma, mutta ne raivaavat tietä seuraajille.

*”Ihmiskunnan suurimman ongelman ratkaisu pitää vihdoinkin tuoda Suomen politiikan kovaan ytimeen.”*

*Mari Pantsar, hiilineutraalin talouden teeman johtaja, Sitra*

Edelläkävijöitä täytyy auttaa nykyistä paremmin ja systemaattisemmin. Uudet ideat kytevä naapurustoissa, työpaikoilla tai pilottihankkeina tieteen kentällä, ja ovat tulevien muutosten siemeniä myös siksi, että niistä voidaan ottaa oppia. Niin onnistumiset kuin ongelmat luovat uusia tarinoita – avaavat keskustelua, joka voi haastaa vallitsevat normit. Kun



oppeja jaetaan maailmanlaajuisesti, ideoita täytyy räätälöidä<sup>75</sup>. Vaikka tarvittaisiin vain muutama pioneeri, jotka sytyttävät muutoksen kipinät roihuun, sankaritarinoita ei kirjoiteta yksin. Vertaisuuteen nojaavaa energia-alaa, joka edistää uusiutuvan energian järjestelmän kehitystä, voidaan edelleen jouduttaa törmäyttämällä eri alojen tahoja keskenään. Siten yhä useampi voi toimia edelläkävijänä ja hyödyntää yrittäjähengkeen visionäärisen muutosjohtajuuden hengessä.

## ON KIIRE, MUTTA HOSUA EI SAA!

Esitetyn vision ja käytännön toimien välillä ammottaa valtava kuilu. Siksi päättäjien on pohdittava, miten he parhaiten vaalivat edelläkävijöiden urauurtavia aloitteita. Vaikka yhä useampi kansalainen, yritys ja kaupunki on ilmaissut halunsa toimia ilmastonmuutoksen torjunnassa, tulevaisuuden muutosten suhteen ollaan usein kovin varovaisia. Nykysuunnitelmissa Suomen energiajärjestelmä säilyisi vuoteen 2030 saakka lähes muuttumattomana! Vision kunnianhimon tasoa määrittää mitta-kaavan suuruus. Toisaalta äkilliset suunnanmuutokset pelottavat, eikä kiire myöskään saisi aiheuttaa tempoilua. Tulisi siis pyrkiä ennakoitavuuteen ja tavoitteellisuuteen pitkäjänteisellä otteella. Voidaanko toivottuja kehityskulkuja nopeuttaa hosumatta?

Keinoja on monia – niistä on valittava sopivat. Sähköautoilta vero pois, niin johan alkaisi autokanta muuttua päästöttömäksi. Kuluttajien aurinkoenergiahankintoja on tuettu muissa Pohjoismaissa, mutta Suomessa uusiutuvan energian tuet eivät ole juurikaan ulottuneet ruohonjuuritasolle. Suomalaiset haluavat yhä enemmän aurinkosähköä osana puhtaan energiatuotannon kokonaisratkaisuja, asuvatpa he kaupungissa tai maalla – kerros-, pari-, rivi- tai omakotitalossa. Useissa kehitysmaissa aurinkoenergiajärjestelmien käyttöönottoa on edistetty osamaksuperiaatteen ja palvelumallien ansiosta – voitaisiinko tästä ottaa oppia? Tietyissä tapauksissa uusia investointeja on myös onnistuneesti joudutettu joukkorahoituksella. Uudet kansalaislähtöiset toimintatavat ovat tärkeitä myös tuulivoiman hyväksyttävyyden parantamiseksi, sillä kritiikki sitä kohtaan on ollut voimakkainta.

Onkin erityisen mielenkiintoista jatkossa seurata, miten vertaisuuden periaatteet jalkautetaan käytännössä. Onhan maailmalta useita esimerkkitalouksia epäonnistuneista uusien energiateknologioiden tukiohjelmista: on esimerkiksi toimittu ylioptimistisesti, liian valtiojohtoisesti, turhan teknologiavetoisesti – tai käyttäjät unohtaen (Lauttamäki 2018, 261–262)! Voidaan käyttää kovia tai pehmeitä ohjauskeinoja – veroja ja taloudellisia kannustimia, luoda uutta sääntelyä sekä päivittää vanhaa. Jos pehmeitä ja kovia ohjauskeinoja käytetään yhdessä, voivat vaikutukset olla nopeampia. Mitä radikaalimpia keinoja esitetään, sitä enemmän tarvitaan kansalaisdialogia – ja vertaisverkkoja keskustelunalustana – jos halutaan hankkeiden menestyvän.

---

75 Suomella on harvinaiset erityispiirteensä – erittäin korkealuokkaista osaamista, mutta myös kylmät talvet, neljä vuodenaikaa, sähkön ja lämmön yhteistuotannon tehokkuus ja kaukolämpöverkko. Maailmalla tällaisia olosuhteita voi olla vaikea ymmärtää.

## MIHIN SUOMI JA POHJOISMAAT HALUAVAT MENNÄ?

Kansalaiset voivat olla energia-alan tulevaisuuden vetureita määrittämässä miten energiamurros kehittyy, syvenee ja laajenee. Jos kansalaislähtöisen näkökulman annetaan kukoistaa, saavat hankkeet todennäköisemmin yleisen hyväksynnän. Samalla tulevaisuuden energiajärjestelmän kehittämiseen tarvitaan määrätietoisia panostuksia. Hallitusohjelman laativat yhteistyössä eduskuntavaalit voittavat puolueet, jotka sitten muodostavat hallituksen (VN 2019). Aina neljän vuoden välein – käytyjen vaalien jälkeen seuraavan kerran vuosina 2023 ja 2027 – äänestetään siis myös energia- ja ilmastopolitiikan pitkistä linjasta. Lisäksi tarvitaan ennakkointia ja pohdiskelevuutta yli hallituskausien, kun useat toisiinsa kytkeytyvät muutokset mullistavat energiasektoria (Similä et al. 2017).

Energiapoliittista päätöksentekoa määrittää hallitusohjelman lisäksi kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Aikaisemmin siinä on tyypillisesti keskitytty energian tuotantoteknologioihin. Sähkön osalta Suomen tavoitteena on jo lisätä sähkökäyttöisten autojen määrää, kehittää sähkömarkkinoita, sähkön kysynnän ja tarjonnan joustavuutta sekä järjestelmätason energiatehokkuutta (VNK 2017b). Tulevaisuudessa on lisäksi syytä nostaa esiin vertaisuuden periaate sekä energian internetin visio ja datan merkitys osana liikkeitä kohti tulevaisuuden energiajärjestelmää. Myös innovaatiopolitiikka voidaan valjastaa muutosajattelun välineeksi yhä moninaisimmin tavoin (Schot & Steinmüller 2016)<sup>76</sup>. Tällaisten toimien ohella tarvitaan ennakkointia, näkemyksellisyyttä ja tulevaisuusprosesseja, jotta visiot päivittyvät; sekä tiekarttoja ja toimenpiteitä, jotta ajatukset siirtyvät käytäntöön. Samalla täytyy herätellä uusia ja ravistella nykyisiä toimijoita, jotta muutokset tapahtuvat.

Suomessa on energia- ja sähköalan visioissa alettu puhua kuluttajasta ja asiakkaiden tarpeista uudella tavalla. Aikaisemmin energia-alan yritykset eivät nähneet kuluttajien roolia kovinkaan keskeisenä. Toisaalta niiltä myös puuttui vaadittavaa informaatiota vuorovaikutteisuuden toteuttamiseksi. Uudenlaisen osaamisen kehittäminen voi lisätä niin ruohonjuuritason kuin yritysten luovuutta ja tuottavuutta. Suomalaisyritykset ovat jo valmiiksi energia-alalla aktiivisia. Ne tarjoavat sähköautoihin komponentteja, latausteknologiaa, ohjelmistoja ja palveluja. Kasvavia markkinoita odotetaan esimerkiksi tehoelektronikassa, automatisoinnissa ja älykkäissä ohjausjärjestelmissä. Tällainen edelläkävijyys edistää myös eurooppalaisen energia-alan yhteistyön mahdollisuuksia.

## AJATELLAAN VUODESTA 2050 KÄSIN – PIDETÄÄN TULEVAISUUS AVOIMENA

Uudet tapahtumat ja nousevat kehityskulut muovaavat tulevaisuudennäkymiä, energiaskenaarioiden oletuksia ja yleisinä pidettyjä totuuksia. Vuonna 2050 fossiilisten polttoaineiden käyttöä kenties säännellään tiukastikin. Muuttuneen markkinatilanteen ja poliittisten riskien vuoksi niiden käyttö on voinut muuttua kokonaan kannattamattomaksi. Esitetyt kehityskulut kyseenalaistavat lisäksi nykyisen energiamallinnuksen, -suunnittelun ja -politiikan työkalut. Uusiutuviin energialähteisiin perustuva järjestelmä muuttaa jo sähkömarkkinoita, vaikka kaikkia vaikutuksia ei täysin vielä ymmärretäkään. Luvassa on vilkasta keskustelua, kuten pitää ollakin.

<sup>76</sup> Onhan innovaatiotoiminta itsessään muuttumassa kohti kestävyuden ja osallisuuden eetosta etsien ratkaisuja monimutkaisiin ja viheliäisiin ongelmiin.

Visionäärisuus ja skenaarioajattelu auttavat tulevaisuuden vaihtoehtojen kartoittamisessa. Uusien aloitteiden avoimuus mahdollistaa jatkuvan ja kollektiivisen oppimisen. Jos tulevaisuuden vaihtoehtoja ei pohdita, voi se johtaa tärkeiden, strategisten vaihtoehtojen sivuuttamiseen. Skenaariot ovat turvallinen tapa testata mahdollisia muutoksen polkuja, kerätä kokemusta ja harjoitella tulevaisuutta silmällä pitäen. Niiden avulla saadaan oivalluksia nousevista syy-seuraussuhteista, uusista johtopäätöksistä ja voidaan sopia seuraavista strategisista vaiheista. Ennakoinnin elementit tulisi systemaattisesti sisällyttää suunnitteluun ja päätöksentekoprosesseihin. Muutoksen ennakointi on hyödyllistä kenelle tahansa, joka haluaa parantaa tulevaisuustietoisuuttaan ja ammentaa siitä hyötyä strategian laadintaan.

Nykyhetken teot vaikuttavat tulevaisuuteen. Jotta meillä olisi nollapäästöinen energiajärjestelmä vuonna 2050, täytyy sen suunnittelu ja rahoittaminen aloittaa nyt ja sen rakentamiseen ryhtyä viipymättä. Mitä pidempään odotamme, sitä vaikeammaksi ilmastomuutoksen torjunta muuttuu. Siksi toimet nyt ovat ilmastomuutoksen torjunnan kannalta ratkaisevia: seuraavat 10–20 vuotta määrittävät paljon. Uusiutuvan energian tuotantoon investoiminen on valtava mahdollisuus myös taloudellisesti – nyt ja tulevana vuosikymmeninä. Pitkän tähtäimen satsaukset ovat tärkeitä myös siksi, että toivottavaan tulevaisuuteen pääseminen on haastavaa. Positiivisina pidettäviä kehityskulkuja nakertavat jatkuva epävarmuus ja uuden kohtaaminen. Askeleita tuskin otetaan vain eteenpäin – eikä lainkaan taaksepäin.

## TEKEMÄLLÄ KOHTI TULEVAISUUTTA

Tässä kirjassa olemme kuvanneet tulevaisuuden vision, neljä erilaista skenaarioita sitä kohti sekä tarkastelleet muutoksen eri edellytyksiä. Olemme tarkastelleet sähköistymisen ja uushiilisuuden periaatteita sekä uusiutuvaa energiajärjestelmää vasten energiamurroksen kenttää, kieltä ja käsitteistöä. Vertaisuuden periaate, jota voidaan kutsua myös uudentyypiseksi yhteiskunnalliseksi järjestäytymiseksi, kuvaa käynnissä olevaa pitkän aikavälin murrosta, ja toisaalta uusiutuvien energianlähteiden käyttö vahvistaa sen periaatteiden juurtumista. Vertaisyhteiskunnassa ihmiset organisoituvat vapaaehtoisesti ja yhteistyössä yli raja-aitojen. Vertaistuotannon ja avoimen yhteistyön taas voidaan ennakoida yleistävän taloudellisten, teknologisten ja kulttuuristen ajurien seurauksena.

Näin olemme analysoineet nykyistä järjestelmää ja sitä, miltä tuleva järjestelmä voisi näyttää. Pyrkimyksenämme on ollut myös keskustelun edistäminen tulevan muutoksen edellytyksistä. Aktiivinen keskustelu on olennainen osa muutosta – ilman sitä emme tiedä tai ymmärrä mihin olemme menossa. Me kohdistamme omia asenteitamme ja arvojamme teknologiaan myös energia-alalla – siksi meillä on sellainen tulevaisuus kuin ansaitsemme. Meillä on sellainen energiajärjestelmä kuin ansaitsemme. Edelläkävijöiden lisäksi tarvitsemme visionäärisiä transformaatiojohtajia, jotka näkevät kauas tulevaisuuteen, oivaltavat maailman systeemisyyden ja kaiken kytkeytyneisyyden ja omalla esimerkillään raivaavat tietä uuteen, parempaan maailmaan (Hoyle 2006).

Tulevaisuuden energiaratkaisut nousevat osittain yhteiskunnallisten arvojen muutoksesta, osittain teknologian kehittymisestä. Siksi ne poikkeavat menneisyyden malleista eivätkä ole samankaltaisia kuin ennen. Sähköistetty ja uushiilinen energiamurros haastaa juurtuneet toimintatavat usealla eri sektorilla: esitetty vertaisuuden visio on luovuuden, teknologisen kehityksen ja uusien toimintamallien julistus. Jos kuvitellaan yli nähtävissä olevan tulevaisuushorisontin vaikkapa seuraavaa 100 vuotta, voidaan kuvitella villejäkin energiatulevaisuuksia.

Kyse on pitkällä tähtäyksellä globaalin yhteiskunnan muutoksesta ekologiseksi sivilisaatioksi, joka löytää tasapainon ihmiskunnan hyvinvoinnin ja biosfäärin välillä. Rooman klubin alkuperäisen Kasvun rajat -raportin yksi kirjoittajista, Dennis Meadows (2016) peräänkuuluttaa systeemilukutaitoa edellytyksenä tälle huimalle tavoitteelle muuttaa sivilisaatiota. Energiapallo on nyt meillä, mihin sitä heitämme, päättää maapallon tulevaisuudesta. Systeemilukutaidon ja ilmastonmuutoksen hätätilan avulla ymmärrämme ihmisen osaksi luontoa, energian osaksi yhteiskuntaa ja kaikkien asioiden keskinäisen kytkeytyneisyyden.

Vain yksi asia näyttää varmalta, nimittäin kiire. Muutaman sukupolven päästä Suomi ja maailma ovat monin tavoin toisenlaisia kuin tänä päivänä. Askeleita ongelmien torjumiseksi on otettu liian hitaasti. Tuoreimmista raporteista ilmaston kiihtyvistä lämpenemisestä varoitetaan yhä painokkaammin. Suomen tulevaisuus vertaisyhteiskuntana yhdistää ihmisen, luonnon ja teknologian, turvallisen ja merkityksellisyttä tuottavan elämän. Kutsumme kaikki kehittämään ja kertomaan tätä tarinaa. Pyrkimys uushiilisyteen ja vähähiiliseen talouteen on yhteinen, sillä molempien tavoitteena on rakentaa yhteiskunta, joka voi toimia ilmastonmuutoksen rajoissa.

## Kysymyksiä pohdittavaksi:

- Minkä tyyppiset politiikkatoimet parhaiten vauhdittaisivat vertaistuotantoa ja siirtymistä uusiutuvan energian järjestelmän käyttöönottoon? Mitä nykyisessä politiikkaympäristössä pitäisi muuttaa?
- Missä osa-alueilla Suomi, Pohjoismaat ja Baltian maat voivat toimia edelläkävijöinä? Miten?
- Miten suomalaiset toimijat voivat edistää uusiutuvan energian järjestelmän käyttöönottoa ja innovaatioita kansainvälisesti?
- Erilaisissa visioissa unohtuu muutosprosessin monipolvisuus. Miten toimitaan pitkän aikavälin tavoitteiden eteen jatkuvasti muuttuvassa maailmassa?
- Mistä voi havaita uuden yhteiskunnan kehitysvaiheen kehkeytymisen ja miten voin itse osallistua sen muotoutumiseen?

## AVAINLÄHTEITÄ JA LUKUSUOSITUKSIA

- Child, Michael & Breyer, Christian (2016) Vision and Initial Feasibility Analysis of a Recarbonised Finnish Energy System. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 66, 517–536. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.001>
- Dryzek, John S. (2010) *Foundations and frontiers of deliberative governance*. Oxford University Press, Oxford.
- EU (2018) *Baltic Energy Market Interconnection Plan (BEMIP)*. Euroopan komissio. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/trans-european-networks-energy/baltic-energy-market-interconnection-plan>
- Fuerth, Leon S. & Faber, Evan M.H. (2012) *Anticipatory governance. Practical upgrades. Project on Forward Engagement*. [http://www.gwu.edu/~igis/assets/docs/working\\_papers/Anticipatory\\_Governance\\_Practical\\_Upgrades.pdf](http://www.gwu.edu/~igis/assets/docs/working_papers/Anticipatory_Governance_Practical_Upgrades.pdf)
- Heinonen, Sirkka et al. (2017e) *Final Neo-Carbon Energy Countdown – Ready for Renewables*. FFRC eBOOK 11/2017. Finland Futures Research Centre, University of Turku. 40 s. [http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eBook\\_11-2017.pdf](http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eBook_11-2017.pdf)
- Hoyle, John R. (2006) *Leadership and Futuring. Making Visions Happen*. Corwin Press. Thousand Oaks, California.
- Linturi, Risto & Kuusi, Osmo (2018) Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018–2037: Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. *Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018*. [https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj\\_1%2B2018.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_1%2B2018.pdf)
- Mustonen, Sirpa (toim.) (2018) *Fossiilinen hiili väistyy*, *Business Finland*, 13.3.2018. <https://www.businessfinland.fi/ajankohtaista/uutiset/2018/fossiilinen-hiili-vaistyy/>
- Neo-Carbon Energy (2016) *Johtava tutkija Pasi Vainikan puhe 100 %:sti uusiutuvaan energiaan perustuvan energiajärjestelmän tarkasteluiden keskustelutilaisuudessa liittyen energia- ja ilmastostrategian valmisteluun*, 3.10.2016. [http://www.neocarbonenergy.fi/wp-content/uploads/2015/03/TEM\\_Vainikka.pdf](http://www.neocarbonenergy.fi/wp-content/uploads/2015/03/TEM_Vainikka.pdf)
- Nygrén, Nina (2017) *Tulevaisuudessa energiantuotanto hajautuu ja kuluttajan rooli kasvaa – miten energiamurrosta voisi vauhdittaa? Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen blogi 17.8.2017*. <https://ffrc.wordpress.com/tag/edellakavijat/>
- Schot, Johan & Steinmüller, W. Edward (2016) *Framing innovation policy for transformative change: Innovation policy 3.0*. Työpaperi, toinen luonnosversio. <http://www.johanschot.com/publications/framing-innovation-policy/>
- Secretan, Lance (2006) *One. The Art and Practice of Conscious Leadership*. Caledon, Ontario, Canada.
- TEM (2016a) *Kansallinen ilmasto- ja energiastrategia*. Työ- ja elinkeinoministeriö. <http://tem.fi/strategia2016>
- TEM (2016b) *100prosenttia uusiutuvaa -tarkastelu*. Työ- ja elinkeinoministeriö. <https://tem.fi/documents/1410877/3570111/100+prosenttia+uusiutuvaa+tarkastelu.pdf/8e4ee341-77c5-4447-b6ce-1f2686a-3daec/100+prosenttia+uusiutuvaa+tarkastelu.pdf.pdf>
- TEM (2017) *Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030*. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 4/2017. <https://valtioneuvosto.fi/documents/1410877/3506436/Valtioneuvoston+selonteko+kansallisesta+energia-+ja+ilmastostrategiasta+vuoteen+2030.pdf>
- YK. *Agenda 2030: Tavoite 7. Varmistaa edullinen, luotettava, kestävä ja uudenaikainen energia kaikille*. Yhdistyneet Kansakunnat. <https://kestavakehitys.fi/agenda2030/tavoite-7> ja [www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/](http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/)

# LÄHTEET

Neo-Carbon Energy -tutkimushankkeen avaintulokset: <https://urly.fi/WDs>

Neo-Carbon Energy: Internet of Energy – 100 % uusiutuvan energian järjestelmän mallinnustyökalu. Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT): <http://www.neocarbonenergy.fi/internetofenergy/#>

---

Agora Energiewende (2014) Comparing the Cost of Low-Carbon Technologies: What Is the Cheapest Option? An Analysis of New Wind, Solar, Nuclear and CCS Based on Current Support Schemes in the UK and Germany. Berlin. [http://www.prognos.com/uploads/tx\\_atwpubdb/140417\\_Prognos\\_Agora\\_Analysis\\_Decarbonisationtechnologies\\_EN\\_01.pdf](http://www.prognos.com/uploads/tx_atwpubdb/140417_Prognos_Agora_Analysis_Decarbonisationtechnologies_EN_01.pdf).

Airaksinen, Miimu – Heiskanen, Eva – Hildén, Mikael – Kivimaa, Paula – Laitila, Päivi – Auvinen, Karoliina & Honkapuro, Samuli (2017) Policy Brief: Rakennusten kysyntäjousto ja energiatehokkuus luovat perustan puhtaalle energiajärjestelmälle. Smart Energy Transition -hanke [http://smartenergytransition.fi/fi/rakennusten\\_kysyntajousto\\_ja\\_energiatehokkuus/](http://smartenergytransition.fi/fi/rakennusten_kysyntajousto_ja_energiatehokkuus/)

Alizon, Fabrice – Shooter, Steven B. & Timothy W. Simpson (2009) Henry Ford and the Model T: lessons for product platforming and mass customization. *Design Studies* 30: 5, 588–605.

Amara, Roy (1981) The Futures Field. Searching for Definitions and Boundaries. *The Futurist*, Feb. 1981, 25–29.

Andrae, Anders S. G. (2017) Total Consumer Power Consumption Forecast. Conference: Nordic Digital Business Summit, Helsinki, 5.10.2017. [https://www.researchgate.net/publication/320225452\\_Total\\_Consumer\\_Power\\_Consumption\\_Forecast](https://www.researchgate.net/publication/320225452_Total_Consumer_Power_Consumption_Forecast)

Apajalahti, Eeva-Lotta (2018) Large energy companies in transition – From gatekeepers to bridge builders. Suuret energiayhtiöt murroksessa – Portinvartijoista sillanrakentajiksi. Aalto University: School of Business. Department of Management Studies: Sustainability in Business Research. Aalto University publication series. Doctoral Dissertations 112/2018.

Bardi, Ugo (2018) *The Seneca Effect – Why Growth is Slow but Ruin is Rapid*. Springer.

Bardi, Ugo (2014) *Extracted: How the Quest for Mineral Wealth is Plundering the Planet*. Chelsea Green Publishing

Bauwens, Michel (2005) The political economy of peer production. *CTheory J*. <http://www.ctheory.net/articles.aspx?id=499> (Ladattu 21.9.2016)

Bauwens, Michel (2007) *The Peer To Peer Manifesto: The Emergence of P2P Civilization and Political Economy*. Master New Media 3.11.2017 [http://www.masternewmedia.org/news/2007/11/03/the\\_peer\\_to\\_peer\\_manifesto.htm](http://www.masternewmedia.org/news/2007/11/03/the_peer_to_peer_manifesto.htm)

Benkler, Yochai (2002) Coase's Penguin, or Linux and the Nature of the Firm. *The Yale Law Journal* 112(3): 429. <http://www.yale.edu/yalelj/112/BenklerWEB.pdf>. Benkler, Yochai (2006) *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*, London: Yale University Press.

Benkler, Yochai (2017) Peer production, the commons, and the future of the firm, *Strat. Org.* 15 (2), 264–274.

- Benyus, Janine M. (1997) *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. HarperCollins, 288 s.
- Biggs, C. (2016) A resource-based view of opportunities to transform Australia's electricity sector, *Journal of Cleaner Production* 123, 203–217.
- Bloomberg (2016) Chile Has So Much Solar Energy It's Giving It Away for Free. (toim.) Vanessa Dezem & Javiera Quiroga. Bloomberg 1.6.2018. <http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-06-01/chile-has-so-much-solar-energy-it-s-giving-it-away-for-free>.
- BNEF (2018) Runaway 53GW Solar Boom in China Pushed Global Clean Energy Investment Ahead in 2017. Bloomberg New Energy Finance. 16.1.2018. <https://about.bnef.com/blog/runaway-53gw-solar-boom-in-china-pushed-global-clean-energy-investment-ahead-in-2017/>
- Boucher, Martin (2015) Decentralized Energy: Prospects, Justice, and Transition. *Energy Research & Social Science* 11, 288–293.
- Breyer, Christian – Heinonen, Sirkka & Ruotsalainen, Juho (2017a) New Consciousness: A societal and energetic vision for rebalancing humankind within the limits of planet Earth. *Technological Forecasting and Social Change* 114: 7–15 <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.029>
- Breyer, Christian et al. (2017b) On the role of solar photovoltaics in global energy transition scenarios. *Progress in Photovoltaics Research and Applications* 25 (8): 727-745 <https://doi.org/10.1002/pip.2885>
- Brown, T. W. – Bischof-Niemz, Tobias – Blok, Kornelis – Breyer, Christian & Mathiesen, Brian Vad (2018) Response to 'Burden of proof: A comprehensive review of the feasibility of 100% renewable-electricity systems'. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 92: 834–847.
- Castells, M. (1996) *The Rise of The Network society. The Information Age: Economy, Society and Culture Vol. I*. Blackwell, Oxford, UK.
- Child, M. et al. (2018) Sustainability Guardrails for Energy Scenarios of the Global Energy Transition. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 91: 321-334. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.079>
- Christensen, C.M. (1997) *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard Business School Press: Boston, Massachusetts
- Cordeiro, José (2016) The Future of the Future: Technological Singularity, 17.6.2016, Global Innovation Day. <https://www.slideshare.net/innobasque/the-future-of-the-future-the-technological-singularity>
- Dannreuther, Roland (2017) *Energy Security*. Polity Press
- Davidsson, S. & Höök, M (2016) Material requirements and availability for multi-terawatt deployment of photovoltaics, *Energy Policy* 108: 574–582 <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2017.06.028>
- DW (2018) Is the IEA underestimating renewables? Deutsche Welle, 26.3.2018. <https://www.dw.com/en/is-the-ia-underestimating-renewables/a-43137071>
- Diamond, Jared (2005) *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. Viking Press
- E-Ferry Project. <http://e-ferryproject.eu/>
- Environmental Justice Atlas (2018) Lake Turkana Project in Indigenous Territories, Kenya. Environmental Justice Atlas. <https://ejatlas.org/conflict/lake-turkana-project-in-indigenous-territories>
- Fasihi, Mahdi – Bogdanov, Dmitrii & Breyer, Christian (2018) Techno-Economic Assessment of Power-to-Liquids (PtL) Fuels Production and Global Trading Based on Hybrid PV-Wind Power Plants. *Energy Procedia* 99: 243–268
- Fattah, H.M. (2002) *P2P: How Peer-to-Peer Technology is Revolutionizing the Way We Do Business*. Chicago: Dearborn Trade Publishing, a Kaplan Professional Company.

- Fox, Justin (2018) The Great Coal Mining Jobs Boom Has Been Postponed. Bloomberg, 2.2.2018. <https://www.bloomberg.com/view/articles/2018-02-02/the-great-coal-mining-jobs-boom-has-been-postponed>
- Fox, S. (2014) Third Wave of Do-It-Yourself (DIY): Potential for prosumption, innovation, and entrepreneurship by local populations in regions without industrial manufacturing infrastructure. *Technology in Society* 39: 18–30. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2014.07.001>
- Frey, C.B. & Osborne, M.A. (2013) The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? Oxford Martin School Working Paper, Oxford University, 17.9.2013. [http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)
- FUTURA-lehden teemanumero ”Seuraavat sata vuotta” 1/2018. Tulevaisuuden tutkimuksen seura. Helsinki.
- Geels, F.W. (2007) Transformations of large technical systems: a multilevel analysis of the Dutch highway system (1950–2000) *Sci. Technol. Hum. Values*, 32 (2), 123–149.
- Grandell, Leena – Lehtilä, Antti – Kivinen, Mari – Koljonen, Tiina – Kihlman, Susanna & Lauri, Laura S. (2016) Role of critical metals in the future markets of clean energy technologies, *Renewable Energy* 95: 53–62, <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.03.102>.
- GSMA (2017) Catching up with the first energy grantees of the Mobile for Development Innovation Fund. GSM Association. <https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/programme/m4dutilities/catching-up-with-the-first-energy-grantees-of-the-mobile-for-development-innovation-fund/>
- Hardin, Garrett (1968) Tragedy of the Commons. *Science*: 162: 3859, s. 1243–1248. <http://science.sciencemag.org/content/162/3859/1243>
- Havas, Attila & Weber, Matthias K. (2017) The role of foresight in shaping the next production revolution. Teoksessa: OECD: The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business. Paris: OECD Publishing, s. 299–324. <https://doi.org/10.1787/9789264271036-en>
- Heinberg, Richard (2003) *The Party’s Over: Oil, War, and the Fate of Industrial Societies*, New Society Publishers: Gabriola Island.
- Heinberg R. & Friedly, D. (2016) *Our Renewable Future: Laying the Path for One Hundred Percent Clean Energy*. Washington DC: Island Press.
- Heinonen, Sirkka (2000) *Prometheus Revisited – Human Interaction with Nature through Technology in Seneca*. Doctoral dissertation. Helsinki University. *Commentationes Humanarum Litterarum* Vol. 115, the Finnish Society of Sciences and Letters, Helsinki, 232 s.
- Heinonen, Sirkka – Karjalainen, Joni – Parkkinen, Marjukka & Ruotsalainen, Juho (2017a) Clean Disruption for Abundant Futures. Neo-Carbon Energy Futures Clinique III. FFRC eBOOK 2/2017, Finland Futures Research Centre, University of Turku, 114 p. [http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eBook\\_2-2017.pdf](http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eBook_2-2017.pdf)
- Heinonen, Sirkka – Karjalainen, Joni – Parkkinen, Marjukka – Ruotsalainen, Juho & Zavialova, Sofia (2017b) Surprising Energy Futures. Neo-Carbon Energy Futures Clinique V. FFRC eBOOK 4/2017, Finland Futures Research Centre, University of Turku. 150 p. [http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eBook\\_4-2017.pdf](http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eBook_4-2017.pdf)
- Heinonen, S. – Karjalainen, J. – Ruotsalainen, J. & Steinmüller, K. (2017c) Surprise as the New Normal – Implications for Energy Security. *European Journal of Futures Research* 5: 12. <https://doi.org/10.1007/s40309-017-0117-5>
- Heinonen, Sirkka – Ruotsalainen, Juho & Karjalainen, Joni (2017d) Transformational Energy Futu-



- res 2050. Neo-Carbon Energy Societal Scenarios. FFRC eBOOK 10/2017. Finland Futures Research Centre, University of Turku. 69 s. [http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eBook\\_10-2017.pdf](http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eBook_10-2017.pdf)
- Heinonen, Sirkka et al. (2017e) Final Neo-Carbon Energy Countdown – Ready for Renewables. FFRC eBOOK 11/2017. Finland Futures Research Centre, University of Turku. 40 s. [http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eBook\\_11-2017.pdf](http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eBook_11-2017.pdf)
- Heinonen, Sirkka – Karjalainen, Joni – Ruotsalainen, Juho & Steinmüller, Karlheinz (2018) Yllätyksiin täytyy tottua – energiäjärjestelmän murroksen seurauksia energiaturvallisuudelle. *Futuuri* 2/2018, s. 3. <https://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/ajankohtaista/futuuri/Documents/Futuuri-2-2018.pdf>
- Heiskanen, Eva – Laitila, Päivi – Mikkonen, Irmeli & Auvinen, Karoliina (2017) Policy Brief: Kokeilujen opeilla enemmän hyötyä energiamurroksesta. *Smart Energy Transition* -hanke, 16.8.2017. <http://smartenergytransition.fi/fi/policy-brief-kokeilujen-opeilla-enemman-hyotya-energiamurroksesta/>
- Hildén, Mikael – Aalto, Pami – Auvinen, Karoliina – Kopsakangas-Savolainen, Maria – Svento, Rauli & Temmes, Armi (2018) Policy Brief: Hyödynnetään energiamurros ja luovutaan fossiilisesta energiasta. *Smart Energy Transition* -hanke. <http://smartenergytransition.fi/fi/policy-brief-hyodynnetaan-energiamurros-ja-luovutaan-fossiilisesta-energiasta/>
- Hindustan Times (2018) Mumbai bans plastic: A list of items you can and can't use. *Hindustan Times*, 24.6.2018. <https://www.hindustantimes.com/mumbai-news/mumbai-bans-plastic-a-list-of-items-you-can-and-can-t-use-from-today/>
- HS (2016) Mooren laki kumoutuu: Tietokoneen nopeus ei väistämättä kasva helposti. *Helsingin Sanomat*, 21.7.2016. <https://www.hs.fi/tiede/art-2000002911794.html>
- Huang, Ping – Negro, Simona O. – Hekkert, Marko P. & Bi, Kexin (2016) How China Became a Leader in Solar PV: An Innovation System Analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 64: 777–89. doi:10.1016/j.rser.2016.06.061
- Hyssälä, Liisa & Backman, Jouni (2018) Kansanvallan peruskorjaus: Kaikki voimavarat käyttöön. *Työpaperi*. *Sitra*, 23.2.2018. <https://media.sitra.fi/2018/02/02133038/kansanvallanperuskorjaus.pdf>
- ICAO (2018) ICAO Council reaches landmark decision on aviation emissions offsetting. ICAO, 27.6.2018. <https://www.icao.int/Newsroom/Pages/ICAO-Council-reaches-landmark-decision-on-aviation-emissions-offsetting.aspx>
- IEA (2015) Energy and Climate Change – World Energy Outlook Special Report. International Energy Agency: Paris. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf>
- IEA (2015) Re-powering markets. International Energy Agency: Paris. <https://webstore.iea.org/re-powering-markets>
- IEA (2018) Key World Energy Statistics 2018. International Energy Agency. [https://webstore.iea.org/download/direct/2291?fileName=Key\\_World\\_2018.pdf](https://webstore.iea.org/download/direct/2291?fileName=Key_World_2018.pdf)
- IPCC (2018) Global Warming of 1.5 °C: Summary for Policymakers. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://ilmatieteenlaitos.fi/ipcc-ilmastopaneeli> ja <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>
- Jevons, William Stanley (1865) *The Coal Question: An Enquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal-mines*. Macmillan.
- Kapitza, Sergei (2006) *Global Population Blow-up and After: The Demographic Revolution and Information Society*, Report to the Club of Rome and Report to the Marshall Plan Initiative, Tolleranza, Hamburg.

- Karjalainen, Joni & Heinonen, Sirkka (2017) Using deliberative foresight to envision a neo-carbon energy innovation ecosystem – a case study of Kenya. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, p. 1–17, DOI: 10.1080/20421338.2017.1366133, <http://dx.doi.org/10.1080/20421338.2017.1366133>
- Karjalainen, Joni & Heinonen, Sirkka (2018) The Pioneers of Renewable Energy are Around the World – What Can We Learn from Them? *Journal of Futures Studies* 22 (4): 83–100. DOI:10.6531/JFS.201806.22(4).0006, <http://jfsdigital.org/wp-content/uploads/2018/06/06n-Glocal-Insights-Karjalainen-Heinonen.pdf>
- Katwala, Amit (2018) The spiralling environmental cost of our lithium battery addiction. *Wired*, 5.8.2018. <https://www.wired.co.uk/article/lithium-batteries-environment-impact>
- Kelly, Kevin (1997) New Rules for the New Economy. *Wired*, 5.9.1997. <https://www.wired.com/1997/09/newrules/>
- Kuhn, Thomas S. (1994) *Tieteellisten vallankumousten rakenne*. Suomentanut Kimmo Pietiläinen. Helsinki: Art House. Alkuperäisjulkaisu 1962.
- Kurki, Sofi & Wilenius, Marku (2016) Trust makes this organisation unique. Looking at the future of work through two human-centric organisations. *European Journal of Futures Research*, 4:23. <http://dx.doi.org/10.1007/s40309-016-0095-z>
- Kurzweil, Raymond (2005) *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*. Viking Books: New York.
- Kuusi, Osmo – Berman, Timo & Salminen, Hazel (toim.) (2013) *Miten tutkimme tulevaisuuksia?* Acta Futura Fennica no 5, Tulevaisuuden tutkimuksen seura, Helsinki.
- Lang, Merja – Karjalainen, Joni & Heinonen, Sirkka (2016) *Glocal Insights to Neo-Carbon Energy and Its Forerunners*. NEO-CARBON ENERGY WP1 Working Paper 4/2016. Finland Futures Research Centre. [www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/tutkimus/hankkeet/Documents/NeoCarbon-WP1-4-2016.pdf](http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/tutkimus/hankkeet/Documents/NeoCarbon-WP1-4-2016.pdf)
- Larsen, J.N. et al. (2014) Polar Regions. Teoksessa *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge & New York, s. 1567–1612. [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap28\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap28_FINAL.pdf)
- Lauttamäki, Ville (2018) *Geoenergia kiinteistöjen lämmitysratkaisujen markkinoilla Suomessa energiakriisien ajoista 2030-luvulle*. Väitöskirja. Turun yliopiston julkaisuja – Annales Universitatis Turkuensis. Sarja E, osa 29, Oeconomica, Turku. 327 p. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-29-7234-0>
- Lebreton, L. – Slat, B. – Ferrari, F. – Sainte-Rose, B. – Aitken, R. – Marthouse, S. et al. (2018) Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Nature Scientific Reports* 8: 4666 <https://www.nature.com/articles/s41598-018-22939-w>
- Lindell, Ismo (2010) *Sähkön pitkä historia*. Otatieto, 454 s.
- Linturi, Risto & Kuusi, Osmo (2018) *Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018–2037: Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia*. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018. [https://www.eduskunta.fi/FI/tietoeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj\\_1%2B2018.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/tietoeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_1%2B2018.pdf)
- Lord, Barry (2014) *Art & Energy: How Culture Changes*. The AAM Press, Arlington.
- LVM (2018) *Hiiletön liikenne 2045 – polkuja päästöttömään tulevaisuuteen: Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän väliraportti*. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 9/2018. [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161029/LVM\\_09\\_2018\\_Liikenteen\\_Ilmastopolitiikan\\_valiraportti](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161029/LVM_09_2018_Liikenteen_Ilmastopolitiikan_valiraportti)

ti.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lösch, Andreas & Schneider, Christoph (2016) Transforming power/knowledge apparatuses: the smart grid in the German energy transition. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, DOI: 10.1080/13511610.2016.1154783.

Malaska, Pentti (2011) Joku innovatiivisempi suunta on jäänyt huomaamatta. Teoksessa Grönroos, Riitta (toim.) (2011) *Uuskasvua ymmärtämässä: Kutsu kestävään tuottavuuteen*. TeliaSonera Finland, s. 186–196.

Marshall, Alfred (1920/1890) *Principles of Economics*: 8th edition. London: Macmillan and Co. [http://files.libertyfund.org/files/1676/Marshall\\_0197\\_EBk\\_v6.0.pdf](http://files.libertyfund.org/files/1676/Marshall_0197_EBk_v6.0.pdf)

Martin, Chris J. (2016) The sharing economy: A pathway to sustainability or a nightmarish form of neoliberal capitalism? *Ecological Economics* 121, 149–159, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.11.027>.

Mason, Paul (2015) *Postcapitalism – A Guide to Our Future*. Allen Lane.

Mazzucato, Mariana (2013) *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*, First Edition. Anthem Press, London; New York.

McKinsey (2018) Lithium and cobalt – a tale of two commodities. McKinsey & Company: Metals and mining. June 2018. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/metals%20and%20mining/our%20insights/lithium%20and%20cobalt%20a%20tale%20of%20two%20commodities/lithium-and-cobalt-a-tale-of-two-commodities.ashx>

McDonough, William & Baungart, Michael (2013) *The Upcycle: Beyond Sustainability – Designing for Abundance*. North Point Press: New York.

McNeill, J.R. & McNeill, William H. (2006) *Verkottunut ihmiskunta. Yleiskatsaus maailmanhistoriaan*. Vastapaino. Tampere.

Meadows, Dennis (2016) *Why Didn't We Learn? Will We?* Presentation at the Club of Rome Conference, Berlin.

Metcalf, Bob (2009) *Energet: Internet Lessons for Solving Energy*. Esitys 20.5.2009, Stanford, Yhdysvallat. <https://web.stanford.edu/class/ee380/Abstracts/090520-slides.pdf>

Naam, R. (2011) Smaller, cheaper, faster: Does Moore's law apply to solar cells? *Scientific American*, <http://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/smaller-cheaper-faster-does-moores-law-apply-to-solar-cells/>

Neo-Carbon Energy. Fuel can be made from air. <http://bit.ly/2zyj7Yt>

Neo-Carbon Energy: Internet of Energy – 100 % uusiutuvan energian järjestelmän mallinnustyökalu. Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT) <http://www.neocarbonenergy.fi/internetofenergy/#>

NREL (2015) *Power Systems of the Future: A 21st Century Power Partnership Thought Leadership Report*. U.S. Department of Energy, National Renewable Energy Laboratory: Denver. <https://www.nrel.gov/docs/fy15osti/63278.pdf>

OECD (2014) *Policy Challenges for the Next Fifty Years*, OECD Economic Policy Papers, No. 9. <https://doi.org/10.1787/5jz18gs5fckf-en>

Orsi, C. (2009) Knowledge-based society, peer production and the common good. *Cap Class* 33: 31–51.

Ostrom, Elinor (1990) *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press, 280 s.

- Perez, Marc & Perez, Richard (2015) Update 2015 – A Fundamental Look at Supply Side Energy Reserves for the Planet. IEA-SHCP-Newsletter, Vol. 62, Nov. 2015, draft. <http://asrc.albany.edu/people/faculty/perez/2015/IEA.pdf>
- Perhoniemi, Tuukka (2014) *Mitan muunnelmat: Miten määritämme maailmaa, ihmistä ja tietoa*, Vastapaino.
- Piketty, Thomas (2016) *Pääoma 2000-luvulla*. Suomentanut Ollila, Marja & Tillman-Leino, Maarit. Helsinki: Into Kustannus. Alkuperäisjulkaisu, 2013.
- Ram, M. et al. (2017) *Global Energy System based on 100% Renewable Energy – Power Sector*. Study by Lappeenranta University of Technology and Energy Watch Group. Lappeenranta, Berlin. <http://energywatchgroup.org/wp-content/uploads/2017/11/Full-Study-100-Renewable-Energy-Worldwide-Power-Sector.pdf>
- Reuters (2018) Billions in U.S. solar projects shelved after Trump panel tariff. Reuters, 7.6.2018. <https://www.reuters.com/article/us-trump-effect-solar-insight/billions-in-u-s-solar-projects-shelved-after-trump-panel-tariff-idUSKCN1J30CT>
- Rifkin, Jeremy (2011) *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World*. Palgrave MacMillan, New York.
- Rifkin, Jeremy (2014) *The zero marginal cost society. The internet of things, the collaborative commons, and the eclipse of capitalism*. Palgrave MacMillan, New York.
- Rosillo-Calle, Frank & Walter, Arnaldo (2006) Global market for bioethanol: historical trends and future prospects. *Energy for Sustainable Development* 10: 1, 20–32. [https://doi.org/10.1016/S0973-0826\(08\)60504-9](https://doi.org/10.1016/S0973-0826(08)60504-9)
- Ruotsalainen, Juho (2016) *Internet of Energy – Beyond the Smart Grid*. Neo-Carbon Energy Working Paper 20.5.2016. Finland Futures Research Centre, University of Turku, 3 p.
- Ruotsalainen, Juho – Karjalainen, Joni – Child, Michael & Heinonen, Sirkka (2017) Culture, values, lifestyles, and power in energy futures: A critical peer-to-peer vision for renewable energy. *Energy Research & Social Science* 34: 231–239.
- Salovaara, Kaisa – Makkonen, Mari – Gore, Olga & Honkapuro, Samuli (2016) *Electricity Markets Framework in Neo-Carbon Energy 2050 Scenarios*. Neo-Carbon Energy WP1 Working Paper 3/2016. Lappeenranta University of Technology, Lappeenranta. <http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/tutkimus/hankkeet/Documents/NeoCarbon-WP1-3-2016.pdf>
- Scholten, Daniel & Bosman, Rick (2016) The geopolitics of renewables; exploring the political implications of renewable energy systems. *Technol. Forecast. Soc. Change* 103: 273–283. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.10.014>
- Schwartz, Peter (1996) *The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World*.
- van der Schoor, T. & Scholtens, B. (2015) Power to the people: local community initiatives and the transition to sustainable energy, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 43: 666–675.
- Schot, Johan & Steinmüller, W. Edward (2016) Framing innovation policy for transformative change: Innovation policy 3.0. Työpaperi, toinen luonnosversio. <http://www.johanschot.com/publications/framing-innovation-policy/>
- Schwab, Klaus (2016) *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum
- Schön, Lennart (2013) *Maaillman taloushistoria, teollinen aika*. Tampere: Osuuskunta Vastapaino.
- Scoones, Ian – Leach, Melissa & Newell, Peter (toim.) (2015) *The Politics of Green Transformations*,

Routledge: London & New York, 220 s.

Seba, Tony (2014) *Clean Disruption of Energy and Transportation: How Silicon Valley Make Oil, Nuclear, Natural Gas, and Coal Obsolete by 2030*. Beta edition: Silicon Valley, USA.

Similä, Lassi – Koljonen, Tiina – Björnberg, Amanda & Karjalainen, Joni (2017) Key actors and actions towards Neo-Carbon Finland 2050. Building blocks for roadmap and action plan. Neo-Carbon Energy WP1 Working Paper 2/2017, 34 s. [https://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/tutkimus/hankkeet/Documents/FP2\\_Neo-Carbon\\_WorkingPaper\\_2-2017.pdf](https://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/tutkimus/hankkeet/Documents/FP2_Neo-Carbon_WorkingPaper_2-2017.pdf)

Smart Energy Transition -hanke. Poliittikasuosituksset, keskustelupaperit ja lausunnot. <http://smarter-energytransition.fi/fi/julkaisut/uusi-elinkeino-ja-energiapolitiikka/>

Smil, Vaclav (2010) *Energy Transitions: History, Requirements, Prospects*, Praeger: Oxford.

Smil, Vaclav (2014) *Making the Modern World: Materials and Dematerialization*. Wiley.

Smil, Vaclav (2017) *Energy and Civilization. A History*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Solanki, Sami K. – Usoskin, Ilya G. – Kromer, Bernd – Schüssler, Manfred & Beer, Jürg (2004) Unusual activity of the Sun during recent decades compared to the previous 11,000 years, *Nature*, 28.10.2004.

Sovacool, Benjamin K. (2016) How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions. *Energy Research & Social Science* 13: 202–215. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.020>

Steffen, Will et al. (2015) Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347: 6223. <http://www.sciencemag.org/content/early/2015/01/14/science.1259855>

Stern, Nicholas (2006) *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press.

Susskind, Richard & Susskind, Daniel (2015) *The Future of the Professions: How technology will transform the work of human experts*. Oxford University Press, Oxford.

Swilling, Mark & Annecke, Eve (2012) *Just Transitions: Explorations of Sustainability in an Unfair World*, United Nations University Press, Tokio.

Sy, Amadou (2014) *Jobless Growth in Sub-Saharan Africa*. Brookings. <https://www.brookings.edu/blog/africa-in-focus/2014/01/30/jobless-growth-in-sub-saharan-africa/>

Taleb, Nassim (2013) *Musta joutsen: Erittäin epätodennäköisen vaikutus*. Terra Cognita: Helsinki. Alkuperäisjulkaisu 2007.

Talouselämä (2018) Polttomootoriautojen tarinan loppu – Volvo ilmoitti siirtyvänsä suunnittelemaan pelkästään sähkö- ja hybridautoja. *Talouselämä*. <https://www.talouselama.fi/uutiset/polttomootoriautojen-tarinan-loppu-volvo-ilmoitti-siirtyvansa-suunnittelemaan-pelkastaan-sahko-ja-hybridiautoja/d0da3677-452c-3239-98fe-853f011570fb>

Tekniikka & Talous (2015) Suomeen ensimmäinen sähkölautta – tuplateho naapuriin nähden. *Tekniikka & Talous*, 18.12.2015. <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/suomeen-ensimmainen-sahkolautta-tuplateho-naapuriin-nahden-6240024>

Tekniikka & Talous (2017) Näin sähkö hiipi asteittain suomalaistalouteen: ensin tuli valo, sitten radio ja lopulta jääkaappi. *Tekniikka ja talous*, 24.12.2017. <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/nain-sahko-hiipi-asteittain-suomalaistalouteen-ensin-tuli-valo-sitten-radio-ja-lopulta-jaakaappi-6693689>

Tilastokeskus (2018) *Kasvihuonekaasut 2017: Pikaennakko*. Tiedote 24.5.2018. [https://www.stat.fi/til/khki/2017/khki\\_2017\\_2018-05-24\\_fi.pdf](https://www.stat.fi/til/khki/2017/khki_2017_2018-05-24_fi.pdf)

VN (2019) *Neuvottelutulos hallitusohjelmasta 3.6.2019 – Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti*,

taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Valtioneuvoston kanslia: Helsinki 2019. [https://vnk.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/sallittava-ja-osaava-suomi-sosiaalisesti-taloudellisesti-ja-ekologisesti-kestava-yhteiskunta](https://vnk.fi/artikkeli/-/asset_publisher/sallittava-ja-osaava-suomi-sosiaalisesti-taloudellisesti-ja-ekologisesti-kestava-yhteiskunta)

VNK (2017a) Kohti jaettavaa ymmärrystä työn tulevaisuudesta. Valtioneuvoston kanslia. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisu 33/2017, 64 s. <https://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=18301>

VNK (2017b) Energia, huoltovarmuus ja geopoliittiset siirtymät. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 79/2017, 183 s [https://tietokayttoon.fi/documents/10616/3866814/79\\_P%C3%B6yry\\_AI\\_energia\\_huoltovarmuus+ja+geopoliittiset+siirtym%C3%A4t\\_loppuraportti\\_151217\\_final.pdf/789a785e-18d9-4491-92e1-cd8524865bfd?version=1.0](https://tietokayttoon.fi/documents/10616/3866814/79_P%C3%B6yry_AI_energia_huoltovarmuus+ja+geopoliittiset+siirtym%C3%A4t_loppuraportti_151217_final.pdf/789a785e-18d9-4491-92e1-cd8524865bfd?version=1.0)

Vakkilainen, Esa & Kivistö, Aija (2017) Sähköntuotannon hintavertailu: tuulivoima edullisin. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, 1.9.2017. [https://www.lut.fi/uutiset/-/asset\\_publisher/h33vOeufOQWn/content/sahkontuotannon-hintavertailu-tuulivoima-edullisin](https://www.lut.fi/uutiset/-/asset_publisher/h33vOeufOQWn/content/sahkontuotannon-hintavertailu-tuulivoima-edullisin)

VTT (2017) Sähköllä tuotettu proteiini lievittämään maailman nälänhätää. VTT, 19.7.2017. <https://www.vtt.fi/medialle/uutiset/s%C3%A4hk%C3%B6st%C3%A4-tuotettu-proteiini-lievitt%C3%A4m%C3%A4n-maailman-n%C3%A4l%C3%A4n-vaaran-vaikuttavuutta>

VTT (2018) Ilmasta ruokaa tuottavalle Solar Foods Oy:lle kahden miljoonan euron startup-rahoitus. Solar Foodsin lehdistötiedote, 23.3.2018. <https://www.vtt.fi/ilmasta-ruokaa-tuottavalle-solar-foods-oy-lle-kahden-miljoonan-euron-startup-rahoitus>

Vainikka, Pasi (2016) Tässä ovat energiapolitiikan 10 harhakäsitystä. Talouselämä, 9.1.2016. <http://www.talouselama.fi/uutiset/tassa-ovat-energiapolitiikan-10-harhakasitusta-6243479>

Von Weizsäcker, Ernst & Wijkman, Anders (2018) Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet. A report to the Club of Rome. Berlin.

Westenberg, Erica & Kuai, Katarina (2018) Governance Lessons for a Just Energy Transition: New Energy Plugs into Old Problems. Natural Resource Governance Institute Blog, 5.6.2018. <https://resourcegovernance.org/blog/governance-lessons-just-energy-transition-new-energy-plugs-old-problems>

Wijkman, Anders & Skånberg, Kristian (2016) Circular Economy and Benefits for Society. Jobs and climate clear winners in an economy based on renewable energy and resource efficiency. A report at the request of the Club of Rome and MAVA Foundation. A study pertaining to Finland, France, the Netherlands, Spain and Sweden. <https://www.clubofrome.org/wp-content/uploads/2016/03/The-Circular-Economy-and-Benefits-for-Society.pdf>

Wilenius, Markku (2016) Tulevaisuuskirja. Metodi seuraavan aikakauden ymmärtämiseen. Otava.

Wu, F.F. – Varaiya, P.P. & Hui, R.S.Y. (2015) Smart Grids with Intelligent Periphery: An Architecture for the Energy Internet. *Engineering* 1:4, 436–446. <https://doi.org/10.15302/J-ENG-2015111>

Xinhuanet (2017) 深圳专营公交车辆实现纯电动化 纯电动出租车超万辆. Xinhuanet News Agency, 28.12.2017. [http://www.xinhuanet.com/auto/2017-12/28/c\\_1122177256.htm](http://www.xinhuanet.com/auto/2017-12/28/c_1122177256.htm)

Yle (2016) Maailman 62 rikkainta omistaa saman verran kuin köyhin puolikas maailman väestöstä. Yle Uutiset, 18.1.2016. <https://yle.fi/uutiset/3-8602895>

Yle (2018) Nyt se tapahtui: Ensimmäiset tuulivoimalat ilman yhteiskunnan tukea rakennetaan Suomeen. Yle Uutiset, 23.5.2018. <https://yle.fi/uutiset/3-10218934>

# HAKEMISTO

## A

algoritmit, 49, 104  
alustatalous, 48  
aurinkoenergia, 11, 22–28, 30–36, 100

## B

big data, 35, 64, 94  
biobotti, 91  
biofilia, 91  
biomimiikka, 52, 81

## D

digitaalinen merkitys yhteiskunta, 13, 112  
digitalisaatio, 10, 24, 47

## E

edelläkävijäanalyysi, 33, 51, 54–55  
eduskuntavaalit, 114  
energiaturvallisuus, 14, 23, 27  
energian internet, 21, 24, 35–37  
energiaturvallisuus, 102  
ennakointi, 15  
epäjatkuvuus, 104–105  
esineiden internet, 35

## G

geopolitiikka, 102

## H

hallitusohjelma, 114  
harvinaiset maametallit, 25, 41, 53  
hiiliriski, hiilikupla, 100  
hybriditalous, 51

## J

jakamistalous, 48–49, 53

## K

kansallinen energia- ja ilmastostrategia, 114  
kehdestä kehtoon, 52  
kiertotalous, 52–55  
kompleksisuus, 10–11, 27, 104  
koodaus, 49  
kyberturvallisuus, 102

## L

lohkoketju, 45

## M

maankäyttö ja -omistus, 40–41  
Mooren laki, 93  
muovit, mikromuovit, 53  
murros (tai disruptio), 14

## N

neljäs teollinen vallankumous, 48–49  
normaalin jälkeisyys, 66, 104

## P

planetaariset raja-arvot, 28, 53, 94  
permakulttuuri, 81  
prosumerismi, 25–26, 68, 112

## S

skenaario, 15, 42, 58–61  
startupit, 54, 62–69  
Suomen energiapolitiikka, 14, 113  
suuri sähköistyminen, 11, 13, 42  
synteettiset hiilivedyt, 24, 39  
synteettiset polttoaineet, 24, 39, 102  
sähköinen liikenne, 37–39

## T

teknologian singulariteetti, 49, 104  
tekoäly, 48–49, 52–54, 104  
tiedon ja tuotannon rajakustannukset, 13, 48–49  
transhumanismi, 104  
tulevaisuusresilienssi, 97, 105  
tuulivoima, 23, 26–27, 30–36, 41, 100

## U

uushiilisyy, 39–40, 52–54, 68, 111  
uusiutuvan energian järjestelmä, 25–26, 38–42  
uuskasvu, 51–53

## V

vertaisteollinen vallankumous, 106  
vertaistuotanto, 13, 25, 72, 115–116  
vertaisverkko, 25, 47, 50  
vertaisyhteiskunta, 25, 55, 106, 115–116

## Y

yimby (yes in my backyard), 41

Sähköistyminen vertaisyhteisyydessä – uusi tarina Suomen tulevaisuudelle on kertomus uusiutuvasta energiasta sekä sähköistymisen ja vertaisuuden periaatteiden yhteen kietoutumisesta. Niiden avulla olemme matkalla päästöttömään tulevaisuuteen.

Kirjassa esitetään uusi päästöttömän tulevaisuuden visio aina vuoteen 2050 asti. Sen tueksi kuvataan neljä skenaariota kertomuksina erilaisista muutoksen poluista. Samalla avautuu ikkuna koko energia-alan tulevaisuuden näkymien pohdintaan. Kirjassa esitellään usean vuoden ennakoituvien ja kymmenien energiatutkijoiden ura-uurtavat tulokset. Kirjaan liittyy oppimateriaalia, jonka löydät osoitteesta <http://uusiavoinenergia.fi>.



Professori **Sirkka Heinonen** ja tutkija **Joni Karjalainen** työskentelevät Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskuksessa.

Tämän kirjan laatimista on rahoittanut:



Sähköturvallisuuden Edistämiskeskus ry

ISBN 978-952-249-514-3 (kirja, painettu 2018)

ISBN 978-952-249-532-7 (pdf, korjattu 2019)

ISSN 1797-1284

2. painos  
Paino-Kaarina Oy

