



# KIERTOTALOUS JA SEN ESTEET ENERGIA- ALALLA

Raportti Energiateollisuus ry:lle

11.11.2019

KIERTOTALOUS JA SEN ESTEET ENERGIA-ALALLA



## Yhteystiedot

Pöyry Management Consulting Oy

PL 4 (Jaakonkatu 3), 01621 Vantaa

Ville Miettinen,  
Principal

ville.miettinen@poyry.com

---

### Copyright © 2019 Pöyry Management Consulting

Raportti on laadittu Energiateollisuus ry:n ("Asiakas") käyttöön ja julkaistavaksi. Raportti on laadittu noudattaen Pöyryn ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtoja.

Pöyryn tähän raporttiin liittyvä tai siihen perustuva vastuu määräytyy yksinomaan kyseisten sopimusehtojen mukaisesti.

Raportin sisältämät tulkinnat ja johtopäätökset perustuvat osittain Pöyryn kolmansilta osapuolilta tai ulkopuolisista lähteistä saamiin tietoihin. Pöyry ei ole tarkistanut minkään kolmansilta osapuolilta tai ulkopuolisista lähteistä saadun ja raportin laatimiseen käytetyn tiedon oikeellisuutta tai täydellisyyttä, koska se ei ole kuulunut Pöyryn toimeksiannon laajuuteen. Pöyry ei anna raportin perusteella tai siihen liittyen mitään vakuutusta (nimenomaista tai konkludenttista) eikä vastaa sen sisältämien tietojen ja arvioiden oikeellisuudesta.

Pöyry ei vastaa kolmannelle osapuolelle tämän raportin käyttämisen tai siihen luottamisen perusteella aiheutuneesta haitasta taikka mistään välittömästä tai välillisestä vahingosta.

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>ENERGIA-ALAN KIERTOTALOUS</b>	<b>5</b>
2.1	Megatrendit ja muutosvoimat ajavat kiertotaloutta	5
2.1.1	Ilmasto-, ympäristö- ja kestävyysaasteet	6
2.1.2	Kaupungistuminen	6
2.1.3	Teknologinen kehitys ja digitalisaatio	7
2.1.4	Tiedon saatavuus ja hyödyntäminen	7
2.1.5	Sektorikytkentä	7
2.2	Energia-ala kiertotalousyhteiskunnan mahdollistajana	8
2.2.1	Systeemitason optimointi	10
2.2.2	Uudet teknologiat	11
2.2.3	Osaaminen ja toimintamallit	11
2.2.4	Omistajuus- ja liiketoimintamallit	12
2.2.5	Kumppanuudet ja yhteistyö	14
2.2.6	Tiedon hyödyntäminen	15
<b>3.</b>	<b>KIERTOTALOUDEN ESTEET ENERGIA-ALALLA</b>	<b>16</b>
3.1	Säätely	17
3.2	Osaaminen ja kompetenssit	19
3.3	Toimijoiden sisäiset tekijät	20
3.4	Toimijoiden välinen yhteistyö	20
3.5	Tiedon saatavuus, kerääminen ja hyödyntäminen	21
3.6	Resurssit	22
3.7	Lisänäkökulmia kiertotalouden esteisiin energia-alalla	22
<b>4.</b>	<b>YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>23</b>
	<b>LÄHTEET</b>	<b>26</b>

# 1. JOHDANTO

Ilmastonmuutoksen hillitseminen ja globaalien kestävyysaasteiden ratkaiseminen edellyttävät siirtymistä lineaarisesta talousmallista kiertotalouden mukaiseen talousmalliin, jossa sekä energia että materiaalien ja tuotteiden arvo säilyvät arvoketjuissa mahdollisimman pitkään. Kiertotalous ei ole pelkästään energian ja materiaalien mahdollisimman tehokasta käyttämistä ja kierrättämistä, vaan se voidaan nähdä uutena talousmallina, jossa tuotteita korvataan palveluilla, resursseja jaetaan uusilla tehokkaammilla tavoilla ja jossa toiminta perustuu vahvasti arvoverkkoihin. Lineaarisiin liiketoimintamalleihin verrattuna kiertotalouden mukaiset liiketoimintamallit ovat resurssitehokkaita, mutta voivat edellyttää enemmän työvoimaa ja osaamista sekä kokonaan uudenlaista ajattelutapaa. Arvoketjujen näkökulmasta kiertotalous voi lisäksi edellyttää monimutkaisempia ja -portaisempia vaiheita kuin perinteinen lineaarisen mallin mukainen tuotteiden valmistus, myynti, käyttö ja hävitys jätteenä.

Energia-alalla kiertotalous on jo osa nykyisiä toimintamalleja, mutta siirtyminen hiilineutraaliin kiertotalousyhteiskuntaan edellyttää vielä suuria muutoksia. Kiertotalous ei rajoitu tiettyyn toimialaan tai yhteiskunnan osa-alueeseen vaan se kattaa ja leikkaa läpi laajasti eri toimialoja ja toimintoja. Toimiva kiertotalousyhteiskunta ja -järjestelmä edellyttävät eri toimialojen ja toimijoiden entistä tiiviimpää yhteistyötä ja kytkentää toisiinsa. Energiasektori toimiikin osana muiden toimialojen kiertotalousmalleja ja on kiertotalousyhteiskunnan mahdollistaja.

Kiertotalouden käsitteen laajuus ja toisaalta kiertotalouden edistämisen monimuotoisuus edellyttävät käsitteen selkeyttämistä sekä energia-alan toimijoiden keskuudessa että viestittäessä energia-alan roolista osana kiertotaloutta. Energiasektorille on tärkeää kehittää edelleen yhteistyömalleja ja verkostoja, joissa kiertotalous voi toteutua.

Tämän selvityksen tavoitteena on pohtia ja kuvata kiertotaloutta energia-alalla, energia-alan roolia kiertotaloudessa laajemmin sekä tunnistaa ja jäsenellä kiertotalouden esteitä energia-alalla. Selvitys pyrkii myös tarjoamaan esimerkkejä, joiden avulla energia-alalla toimivat yritykset voivat jäsentää oman toiminnan suhdetta kiertotalouteen ja roolia osana laajempia kiertotalouden järjestelmiä.

Kuva 1 esittää tyypillisen tavan kuvata ja jaotella kiertotaloutta materiaalivirtoihin ja liiketoimintamalleihin perustuen. Siinä tunnistetaan seuraavat kiertotalouden osatekijät tai rakennuspalikat:

- Materiaalien korvaaminen
- Materiaalien käytön vähentäminen
- Materiaalien tuotannon tai käytön tehostaminen
- Materiaalien kierrättäminen
- Toiminnan tehostaminen ja uudistaminen
- Siirtyminen tuotteista palveluihin
- Talous- ja ajattelumallin muuttaminen

Osa yllä mainituista osatekijöistä, kuten toiminnan tehostaminen ja siirtyminen tuotteista palveluihin, ovat suoraan sovellettavissa myös energia-alalle ja sitä kautta edelleen tähän tarkasteluun. Erityisesti materiaalivirtoihin liittyvät osatekijät ovat energia-alalle sovellettuna monitulkintaisia ja mahdollisten väärinkäsitysten välttämiseksi tässä raportissa käytetään pääosin energia-alan toimijoille tutumpia ilmaisuja kiertotalouden ilmiöistä puhuttaessa; esimerkiksi energiatehokkuutta ei pyritä kategorisoimaan materiaalivirtojen termien avulla.

## Kuva 1 – Kiertotalouden perinteiset elementit



Lähde: Euroopan Komissio (2017)

Energia-alalta löytyy jo tänä päivänä monia hyviä esimerkkejä ratkaisuista, jotka ovat kiertotalouden mukaisia tai jotka sisältävät kiertotalouden mukaisia elementtejä. Samaan aikaan on monia tekijöitä, jotka estävät tai rajoittavat kiertotaloutta energia-alalla. Näitä esteitä ja haasteita on tunnistettu muun muassa Energiateollisuus ry:n touko-kesäkuussa 2019 teettämässä kyselytutkimuksessa energia-alan kiertotalouden nykytilasta (Energiateollisuus ry, 2019).

Tämä raportti rakentuu kahdesta toisiinsa tiiviisti liittyvästä ja toisiaan täydentävästä osasta. Raportin ensimmäinen osa (luku 2) käsittelee kiertotaloutta energia-alalla keskittyen energia-alan ja muiden toimialojen väliseen kytkentään kiertotalouden mahdollistamisen näkökulmasta. Raportin toinen osa (luku 3) käsittelee energia-alan kiertotalouden esteitä sekä keinoja näiden esteiden poistamiseksi. Selvityksen yhteenveto ja johtopäätökset on esitetty luvussa 4.

## 2. ENERGIA-ALAN KIERTOTALOUS

### 2.1 Megatrendit ja muutosvoimat ajavat kiertotaloutta

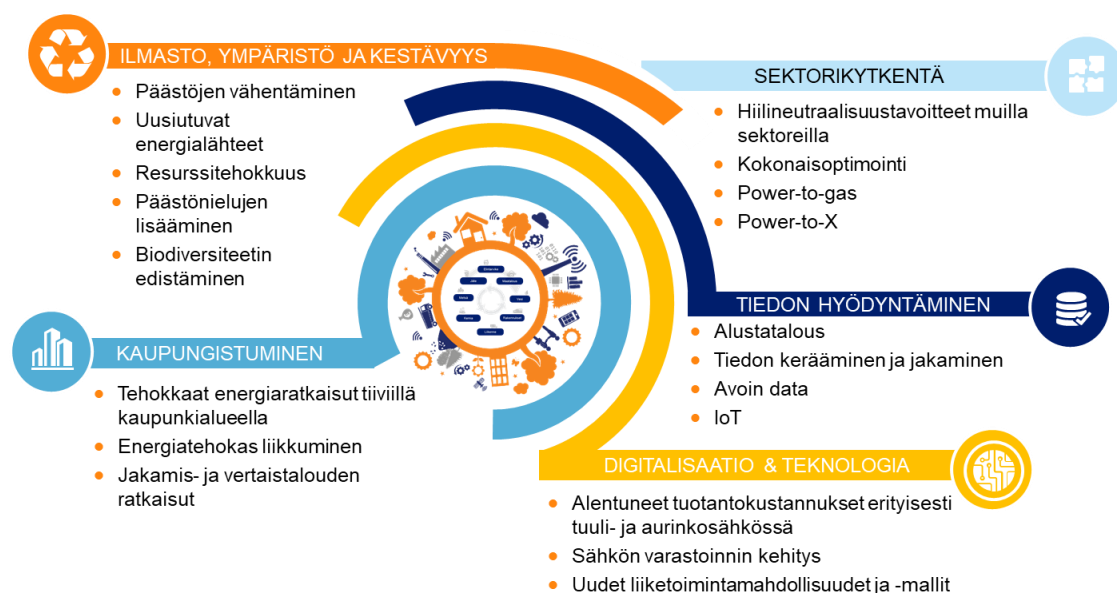
Energia-ala on murroksessa. Kaupungistuminen, teknologian nopea kehittyminen, digitalisaatio, globaalit haasteet muun muassa ilmastoon, kestävyteen, luonnon monimuotoisuuteen ja sosiaalis-yhteiskunnallisiin kysymyksiin liittyen sekä poliittinen ja taloudellinen epävarmuus vaikuttavat toimintaympäristöön ja energia-alan toimijoiden jokapäiväiseen toimintaan myös Suomessa. Asiakkaan rooli korostuu ja sen myötä yksilöllisten asiakastarpeiden ymmärtämisen merkitys kasvaa. Tiedon hyödyntäminen oman toiminnan ohjaamisessa ja kehittämisessä sekä uusien palveluiden tuottamisessa lisääntyy.

Energiantuotanto hajautuu ja samaan aikaan tuotantoteknologioiden kehitys muuttaa tuotantotapojen keskinäistä kustannuskilpailukykyä. Esimerkki tästä on tuulivoima, jonka kustannus on pudonnut merkittävästi viimeisten 5–10 vuoden aikana ja on jo tasolla, jolla tuulivoimaa rakennetaan Suomeen ja muihin Pohjoismaihin markkinaehtoisesti.

Myös liiketoimintamallit ovat murroksessa. Omistamiseen perustuville malleille löytyy enenevissä määrin korvaavia vaihtoehtoja, jotka perustuvat esimerkiksi vuokraukseen, lainaamiseen ja erilaisiin leasing-malleihin. Yhä useampaan tuotteeseen liittyy myös jonkinlainen palveluelementti: ”as a Service” -malleja löytyy enenevissä määrin eri toimialoilta.

Kuvassa 2 on esitetty keskeisiä kehitystrendejä ja muutosvoimia ennen kaikkea energia-alan kiertotalouden näkökulmasta. Nämä muutosvoimat ajavat kiertotalouden mukaisten uusien mallien käyttöönottoa. Samalla ne mahdollistavat kiertotalouden edistämisen aivan uusilla tavoilla.

Kuva 2 – Keskeiset energia-alaan vaikuttavat muutosvoimat



Lähde: Pöyry

### **2.1.1 Ilmasto-, ympäristö- ja kestävyysaasteet**

Ilmaston lämpeneminen, luonnon monimuotoisuus, rajallisten resurssien riittävyys ja erilaiset ympäristöuhat ovat esimerkkejä koko ihmiskuntaan vaikuttavista globaaleista haasteista. Näiden haasteiden mittakaava on niin suuri, että niiden ratkaisemiseksi tarvitaan sekä toimialojen sisäisiä että toimialojen välisiä toimenpiteitä. Nämä ratkaisut voidaan mieltää kiertotalousratkaisuiksi, sillä perimmiltään niillä tavoitellaan niin päästöjen vähentämistä kuin luonnonvarojen ja resurssien tehokkaampaa käyttöä ja kulutuksen vähentämistä.

Ilmastonmuutoksen torjunta vaatii radikaaleja päästövähennyksiä niin energiasektorilla kuin muillakin toimialoilla. Energiasektori on ilmastohaasteessa keskeisessä asemassa: sähkön ja lämmön tuotanto on globaalisti yksi merkittävimpiä kasvihuonepäästöjen tuottajia. Toisaalta energia-alalla on tärkeä rooli kestävämmän yhteiskunnan mahdollistajana, sillä pienentämällä energiatuotannon hiilijalanjälkeä esimerkiksi yhteiskuntaa sähköistämällä energiasektori tukee muiden toimialojen ja laajemmin koko yhteiskunnan siirtymistä kohti vähähiilisyttä.

Ilmastonmuutoksen pysäyttäminen on politiikkatoimien keskiössä niin kansainvälisesti, kansallisesti kuin paikallisesti. Euroopan Unionilla on sekä lyhyen että pitkän aikavälin ilmastotavoitteita: vuoteen 2050 mennessä EU tavoittelee 80–95 % päästövähennyksiä vuoden 1990 tasoon verrattuna (Euroopan komissio, 2018). Suomessa on tehty päätös kivihiilen käytön kiellosta energiantuotannossa vuodesta 2029 alkaen, ja uusimman hallitusohjelman tavoitteena on hiilineutraali Suomi vuonna 2035. Myös yhä useammalla kaupungilla ja toimialalla on omia päästövähennystavoitteita. Esimerkiksi Helsingin, Espoon ja Tampereen tavoitteena on olla hiilineutraali 2030-luvun aikana. Parhaillaan myös eri teollisuudenalat Suomessa tekevät omia hiilineutraalisuustiekarttoja.

Samaan aikaan kulutamme yhä enemmän rajallisia luonnonvaroja. Tarve ratkaisuille, joilla maksimoidaan resurssien tehokasta käyttöä ja joilla materiaalit pidetään mahdollisimman pitkään kierrossa, on suuri. Monet yritykset ovat tunnistanee resurssitehokkuuden keskeiseksi strategiseksi kilpailueduksi ja pyrkivät toimintamalleissaan ja tarjoomassaan kohti ilmastoneutraaleja ja resurssitehokkaita, kiertotalouden mukaisia ratkaisuja.

Energiasektorilla resurssitehokkuus voi tarkoittaa esimerkiksi mahdollisimman hyvää hyötysuhdetta, energiajärjestelmän, kuten kaukolämpöverkon kokonaisoptimointia, energiatehokkuutta, kysyntäjoustoja, hukkaenergioiden hyödyntämistä, muiden toimialojen sivuvirtojen hyödyntämistä energiantuotannossa tai uusiutuvien energiamuotojen käytön lisäämistä.

### **2.1.2 Kaupungistuminen**

Kaupungistuminen on merkittävä globaali trendi, jossa väestö keskittyy kaupunkialueille. Tällä hetkellä maailman väestöstä noin 55 % asuu kaupungeissa ja osuuden arvioidaan nousevan noin 70 %:iin vuoteen 2050 mennessä (United Nations, 2018).

Suomessa kaupungistuminen näkyy muuttoliikenteen suuntautumisena muutamiin kasvukeskuksiin. MDI:n uuden väestöennusteen mukaan kolmannes Suomen väestöstä asuu pääkaupunkiseudulla vuonna 2040 (MDI, 2019). Kaupungistumisesta seuraa, että ilmasto- ja kestävyysaasteet keskittyvät yhä enemmän kaupunkeihin – ja siten myös niiden pääasiallisten ratkaisujen on tapahduttava kaupungeissa. Samanaikaisesti muuttoliike aiheuttaa toisenlaisia ongelmia tyhjentyvälle maaseudulle monien yleispalvelujen, kuten energianjakelun osalta. Näitä ongelmia voidaan ratkaista uusilla älykkäillä kiertotalouden mukaisilla ratkaisuilla, kuten hajautetuilla energiaratkaisuilla.



Kaupungeilla on omalla alueellaan merkittävästi valtaa ja siten vaikutusmahdollisuuksia; maankäyttö, kaupunkisuunnittelu ja erilaiset luvat, säännöt, kannustimet ja kiellot ovat esimerkkejä kaupunkien vaikutuskeinoista. Esimerkiksi ilmanlaatuongelmista johtuen joissakin maissa kaupungit rajoittavat väliaikaisesti autoilua sekä joissakin tapauksissa myös teollisuutta tai energiantuotantoa. Maankäytön suunnittelulla voi myös olla ratkaiseva vaikutus energialähteiden käyttöön ja mahdollisuuksiin toteuttaa tehokkaasti päästöttömiä energiaratkaisuja.

Samaan aikaan tiivistyvä yhteiskuntarakenne ja kaupunkiympäristö mahdollistavat kiertotalouden mukaisten uusien jakamis-, vertaisvuokraus- ja alustatalousratkaisujen kehittämisen ja käyttöönoton. Eräs näkyvä esimerkki tästä ovat erilaiset uudet liikkumisen konseptit ja ratkaisut, kuten Mobility as a Service (MaaS), kulkuneuvojen vertaisvuokraus, car sharing, ride sharing, tilausperusteiset joukkoliikennematkat, kaupunkipyörät sekä sähkökäyttöiset potkulaudat. Energiasektorilla tiivis yhteiskuntarakenne mahdollistaa esimerkiksi kaukolämmön- ja jäähdytyksen kaltaiset tehokkaat energiaratkaisut sekä yksityisautoilun korvaamisen energiatehokkaammalla joukkoliikenteellä ja tätä täydentävillä älykkäillä liikkumisratkaisulla. Kaupungistuminen mahdollistaakin tehokkaamman sektorikytkennän eri energiamuotojen ja sektoreiden välillä (ks. luku 2.1.5)

### **2.1.3 Teknologinen kehitys ja digitalisaatio**

Teknologian nopealla kehityksellä yhdessä digitalisaation kanssa on laajoja ja syvällisiä vaikutuksia yhteiskuntaan ja eri toimialoihin mukaan lukien energia-ala. Energian tuotantoteknologioiden, kuten tuuli- ja aurinkovoiman nopea kehitys, uudet akkuteknologiat sekä tekoäly ja automatisointi mahdollistavat siirtymisen kohti energijärjestelmää, jossa sähköä ja lämpöä tuotetaan enenevässä määrin uusiutuvista energialähteistä hajautetusti mutta kokonaisuus optimoiden. Energiaa siirretään, jaetaan, varastoidaan ja käytetään älykkäästi. Teknologinen kehitys ja digitalisaatio mahdollistavat myös sektorikytkennän eli sähkö-, lämmitys-, jäähdytys- ja liikennematkojen kytkeytymisen toisiinsa ja eri teollisuussektoreihin.

### **2.1.4 Tiedon saatavuus ja hyödyntäminen**

Tiedon saatavuus ja kerääminen eri prosesseista ja järjestelmistä on entistä kustannustehokkaampaa sensoriteknologioiden kehityksen ja IoT-ratkaisujen yleistymisen myötä. Tiedon laatu on myös parempaa sen ollessa entistä tarkempaa ja reaaliaikaisempaa. Tämä on tärkeää, sillä tiedon tehokas hyödyntäminen on kiertotalouden keskeinen mahdollistaja. Tekoälyn ja automaation avulla tietoa voidaan jalostaa ja hyödyntää niin omien toimintojen tehostamiseen kuin koko energijärjestelmän parempaan optimointiin ja asiakasarvon tuottamiseen. Kasvava informaatiovirta asiakasrajapinnassa puolestaan mahdollistaa uusien ratkaisujen ja palvelujen, kuten huonekohtaisen lämpötilaoptimoinnin, etäohjatun kysyntäjoukon ja älykkään sähköauton latauksen yleistymisen. Tiedon avaaminen, jakaminen ja tähän liittyvien rajapintojen ja käytäntöjen harmonisointi vauhdittavat kehitystä entisestään.

Kuten kiertotalous, myös tieto mahdollistaa uusia liiketoimintamalleja ja toimintatapoja. Näihin molempiin liittyvän lisäarvon täysimääräinen hyödyntäminen saattaa edellyttää myös vanhojen liiketoimintamallien ja toimintatapojen päivittämistä tai niiden täydellistä uudelleenajattelua. Tässä transformaatiossa merkittävänä tukena voivat olla sellaiset toimialat, joilla tietoon perustuvat alustatalouden ratkaisut ja liiketoimintamallit ovat olleet jo pitkään käytössä.

### **2.1.5 Sektorikytkentä**

Sektorikytkentä (Sector Coupling) on energia-alan pitkää historiaa ajatellen uusi käsite, jolla viitataan yleisesti tavoitteeseen yhdistää energiaa kuluttavat yhteiskunnan osa-



alueet, kuten teollisuus, liikenne ja rakennusten lämmitys ja jäähdytys, energiaa tuottavaan toimialaan – energia-alaan. Sektorikytkentä nähdään merkittävänä keinona vähähiilisen, kiertotalouteen perustuvan yhteiskunnan aikaansaamisessa.

Sektorikytkentään liittyy vahvasti eri toimialojen laajamittainen sähköistäminen, eri energiamuotojen väliset muutokset sekä energian varastointi eri muodoissaan. Tyypillisiä esimerkkejä energiamuotojen muutoksista ovat Power-to-Gas, jossa sähköenergiaa muutetaan kaasuksi sekä Power-to-Heat, jossa sähköenergiaa muutetaan lämmöksi esimerkiksi sähkövastusten tai lämpöpumppujen avulla. Sektorikytkennällä on vahva yhteys kiertotalouteen, jossa energia on materiaalien tavoin kierrossa mahdollisimman pitkään ja jossa energia voi olla erilaisissa olomuodoissa, esimerkiksi nesteinä, kaasuna tai sähköinä tilanteesta riippuen.

Sektorikytkentä on oleellinen osa uusiutuviin tuotantomuotoihin perustuvaa energijärjestelmää, sillä se tuo uudenlaisia joustomahdollisuuksia järjestelmään. Esimerkiksi vaihtelevaa tuuli- ja aurinkoenergiaan perustuvaa sähköntuotantoa voidaan varastoida muiksi energiamuodoiksi tai hyödyntää muilla teollisuussektoreilla. Liikenteen sähköistyminen on yksi sektorikytkentymisen muoto, joka tekee mahdolliseksi sekä vähentää liikenteen päästöjä että lisätä joustavaa kuormaa sähköjärjestelmään autojen akkujen älykkään lataamisen avulla. Kaukolämpöjärjestelmät voivat tarjota toisen merkittävän joustomahdollisuuden uusiutuvaan ja energiatehokkaaseen energijärjestelmään.

## 2.2 Energia-ala kiertotalousyhteiskunnan mahdollistajana

Kiertotaloudessa on kyse järjestelmään kohdistuvasta muutoksesta, joka murtaa perinteisen materiaaliseen kasvuun perustuvan talousmallin. Tämän toteutuminen edellyttää uutta ajattelutapaa, uudenlaisia strategioita, tavoitteita ja toimintamalleja. Kiertotalouden mukaisten ratkaisujen kehittäminen ja käyttöönotto edellyttää myös riittävän suurta mittakaavaa ja resursseja, joita yksittäisellä toimijalla ei välttämättä ole. Tarvitaan vahvaan luottamukseen perustuvaa yhteistyötä eri toimijoiden kesken, vahvoja verkostoja sekä avoimuutta.

Laajamittainen, aito kiertotalous ei voi toteutua niin pitkään, kun toimijat tekevät päätöksiä täysin itsenäisesti ja vain omista lähtökohdistaan. Tämä tuottaa osatunnettuja ratkaisuja sekä tarpeetonta päällekkäisyyttä, kun toimijat tekevät samoja asioita rinnakkain toisistaan tietämättä. Kiertotaloudessa toimijoiden tulee uskaltaa luottaa siihen, että yhteistyöstä on heille lopulta hyötyä – myös tavoilla, joita ei ole mahdollista etukäteen tunnistaa tai arvottaa. Yhteistyön avulla on mahdollista kasvattaa mittakaavaa, jakaa tietoa ja osaamista sekä hankkia ja allokoida resursseja esimerkiksi kehittämiseen. Toisaalta toimijoiden välinen yhteistyö ja kokonaisuuden optimointi on haastavaa, mikäli toimijoilla ei ole yhteistä näkemystä tai tahtotilaa siitä, minkälainen kokonaisuuden tulisi olla.

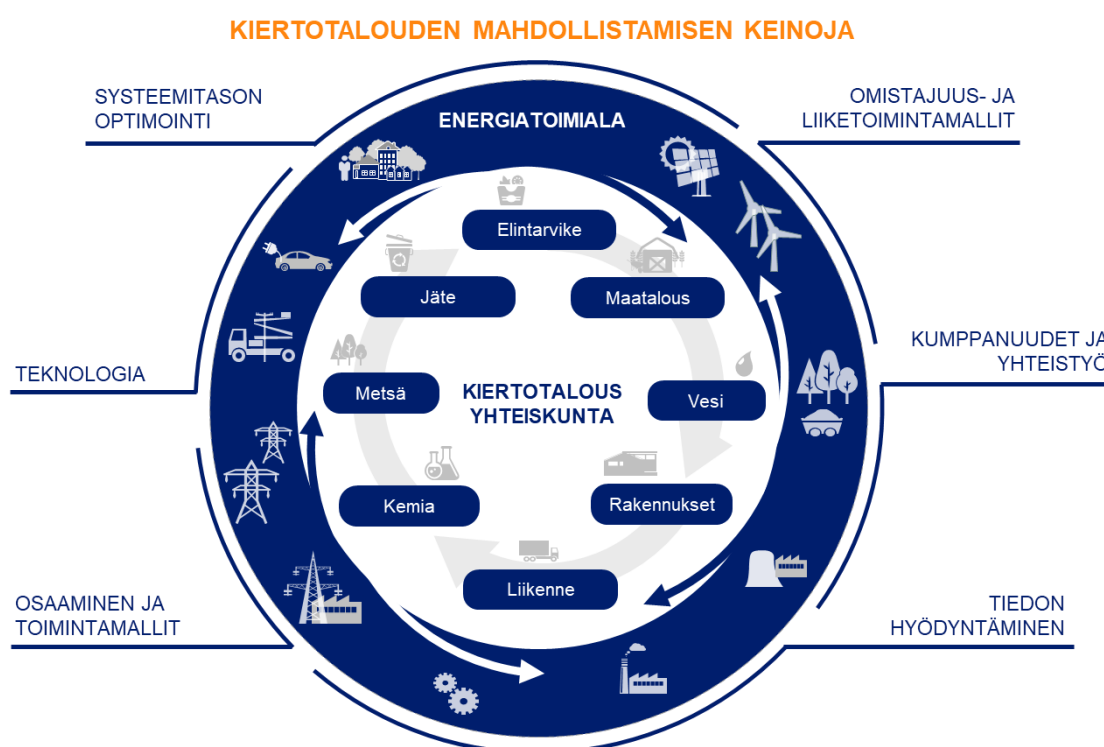
Edellä kuvattu liittyy vahvasti toimijoiden tavoitteisiin, strategioihin ja liiketoimintamalleihin, minkä vuoksi kiertotalouden tulisi kiinnostaa myös energia-alan toimijoiden omistajia. Kiertotaloudessa energia-alan toimijoiden tavoitteet perustuvat muuhunkin kuin myydyn energian määrään ja hintaan, esimerkiksi päästöjen vähentämiseen, jolloin kiertotalouden tavoitteiden tulee ohjata toimintaa yhtä vahvasti kuin muiden tavoitteiden, tai aiempia tavoitteita on muutettava. Kiertotaloustoimenpiteet tulisikin nähdä kustannusten sijaan liiketoimintana.

Energia-alan murros mahdollistaa huomattavasti laajemman, muut toimialat käsittävän murroksen kiertotalouteen. Perinteiset toimialarajat ja -rakenteet muuttuvat toimijoiden siirtyessä entistä vahvemmin kohti kiertotalouden mukaisia liiketoimintamalleja. Tämän seurauksena toimialat linkittyvät yhä tiiviimmin toisiinsa. Energian tarve on kaikkia toimialoja ja toimijoita yhdistävä tekijä ja tästä näkökulmasta energia-alalla on erityisen

keskeinen rooli kiertotalouden mahdollistajana. Toisaalta myös muut toimialat mahdollistavat kiertotaloutta energiasektorilla tarjoamalla erilaisia energian lähteitä, kuten ylijäämälämpöä tai digitalisaatioratkaisuja tiedonhallintaan. Tämä kuvastaa hyvin, miten kiertotalous on toimialarajojen ylittävä ilmiö, jossa toimialojen vuorovaikutus niin materiaalien, palveluiden tiedon tai kulutusmuutoksien muodossa on tyypillistä.

Kuvassa 3 on havainnollistettu energia-alan roolia osana kiertotalousyhteiskuntaa. Energiasektorin vastaa yhteiskunnan energiahuollosta ja on näin ollen kriittisessä roolissa tukemassa yhteiskuntaa ja sen toimintaa. Siirtyminen kiertotalousjärjestelmään ei muuta tätä lähtökohtaa, vaan energiasektorin rooli säilyy kiertotalousyhteiskunnassakin yhteiskuntaa tukevana toimintana. Samalla energiatoimiala mahdollistaa kiertotalouden toimia monien toimialojen välisten vuorovaikutusten kautta.

**Kuva 3 – Energia-ala kiertotalouden mahdollistajana**



Lähde: Pöyry

Kiertotalousyhteiskunnan ominaispiirteitä energia-alan näkökulmasta ovat hiilineutraalisuus tai päästöttömyys, energiatehokkuus, uusiutuvan energian käyttö, joustavuus ja älykkäisyys. Energiasektori pystyy parhaiten tukemaan koko yhteiskunnan siirtymistä kestävämpään toimintaan tuottamalla mahdollisimman tehokkaasti ja puhtaasti energiaa yhteiskunnan tarpeisiin. Lisäksi energia-ala edistää kiertotaloutta hyödyntämällä eri toimijoiden hallinnassa olevaa tietoa, rakentamalla yhteistyöverkostoja paikallisesti, alueellisesti, kansallisesti ja kansainvälisesti, ottamalla käyttöön uusia liiketoimintamalleja ja teknologioita, hyödyntämällä laaja-alaisesti erilaisia palvelumalleja ja kumppanuuksia, tarjoamalla kiertotalouden mukaisia asiakasrajapinnan ratkaisuja sekä tekemällä strategisia linjauksia rakenteellisella tasolla esimerkiksi tuomalla erilaisia infrastruktuuriliiketoimintoja, kuten energia, vesi ja jätetoiminnot.

Alla on kuvattu valittujen esimerkkien avulla, miten kiertotalous näkyy energia-alalla tänä päivänä ja miten energia-ala mahdollistaa kiertotaloutta muilla toimialoilla.

### 2.2.1 *Systeemitason optimointi*

Systeemitason ja suurempien kokonaisuuksien optimointi on yksi kiertotalouden keskeisimpiä periaatteita. Systeemitason optimointi tarkoittaa optimointia yli toimiala- ja toimijarajojen. Tällöin resursseja käytetään siellä, missä niistä saadaan suurin arvo yhteiskunnan kannalta.

Bioenergian hyödyntämisessä on toimijoita pyritty ohjaamaan Suomessa kokonaisuuden kannalta optimaaliseen ratkaisuun energiapolitiikan avulla. Energiantuotantoon käytettävä bioenergia on pääasiassa teollisuuden sivutuotteita tai jalostuskäyttöön soveltumatonta hakkuutähdettä. Tämä on yksi esimerkki toimialarajat ylittävästä kokonaisuuden optimoinnista, missä kiertotalousratkaisu on energia-alan systeemitason ratkaisua laajempi.

Ohjaamalla ja optimoimalla tuotannon lisäksi myös kulutusta voidaan asiakkaiden hajautettuja energiarekursseja hyödyntää koko energijärjestelmän kannalta optimaalisesti. Lämmön kysyntäjousto on esimerkki uudenlaisesta lähestymistavasta huippukysynnän kattamisen haasteeseen. Sen sijaan, että lämmön kysyntähuippujen kattamiseksi käynnistetään öljykattila, voidaan asiakkaiden lämmöntarvetta hetkellisesti vähentää tai kulutuksen ajankohtaa siirtää toiseen hetkeen älykkään ohjauksen avulla. Näin toimimalla pystytään optimoimaan lämmöntuotannon kustannustehokkuutta ja samalla vähentämään huipputuotannon päästöjä. Useat suomalaiset energiayhtiöt ovat hyödyntäneet tätä mahdollisuutta esimerkiksi kumppanuusmallien kautta, jossa alan ulkopuolinen teknologiatoimittaja tarjoaa energiayhtiölle ohjaukseen tarvittavan teknologian ja tähän liittyviä palveluita.

Kaukolämpöjärjestelmän kokonaioptimoinnin mahdollisuuksia parantaa monissa kaukolämpöverkoissa oleva erillinen lämmön varastointikapasiteetti. Myös kaukolämpöverkko itsessään toimii varastokapasiteettina. Kaukolämpöakuissa voi yhdistyä myös kiertotalousteeman mukainen uudelleenkäyttö, sillä kaukolämpöakkuja rakennetaan usein esimerkiksi käytöstä poistettuihin kallioliuoliin. Uusia suuria kaukolämpöakkuja on tällä hetkellä rakenteilla muun muassa Helsingissä ja Vaasassa.

Helsingissä Helenin Mustikkamaan lämpövarastohanke on kiinnostava ennen kaikkea kokoluokkansa vuoksi. Mustikkamaan lämpövarasto on valmistuessaan Suomen suurin kaukolämpövarasto 260 000 kuutiometrin tilavuudellaan ja 120 megawatin lataus- ja purkutehollaan. Akun avulla kaukolämpöjärjestelmä toimii tehokkaammin ja lämmöntuotanto on ympäristöystävällisempää, sillä varasto mahdollistaa päästöttömän energiantuotannon maksimoinnin. (Helen Oy, 2018)

[https://www.helen.fi/uutiset/2018/mustikkamaa\\_toteutus](https://www.helen.fi/uutiset/2018/mustikkamaa_toteutus)

Sähkön kulutusjousto perustuu samoihin periaatteisiin kuin lämmön kulutusohjaus. Myös siinä hyödynnetään asiakkaiden hajautettuja energiarekursseja järjestelmän kokonaisuuden toiminnan hyväksi.

Fortumin Spring-virtuaaliakkukonsepti on esimerkki kysyntäjoustoratkaisusta, jossa ohjataan keskitetysti suurta määrää pieniä sähkökuormia, kuten lämminvesivaraajia, jotka yhdessä muodostavat virtuaalisen akun. Virtuaalista akkua voidaan käyttää tasapainottamaan sähköjärjestelmän toimintaa. (Fortum Oyj, 2019)

<https://www.fortum.com/products-and-services/smart-energy-solutions/virtual-battery-spring>

### 2.2.2 Uudet teknologiat

Kehittämällä ja testaamalla uusia teknologiakonsepteja energiatoimijoilla on mahdollisuus luoda monistettavia ratkaisuja alan globaaleihin haasteisiin. Suomessa energiasektorilta löytyy useita esimerkkejä ratkaisuista, joissa hyödynnetään nykyisiä teknologioita yhdistäen niitä uudella tavoin innovatiiviseksi kiertotalouteen siirtymistä edistäviksi konsepteiksi. Esimerkiksi datakeskusten ja jätevesien hukkalämpöjen hyödyntäminen kaukolämpöliiketoiminnassa on jo vakiintunut käytäntö.

Yksi keskeinen teknologiahaaste energiasektorilla on sähkön ja lämmön varastointi uusituvan vaihtelevan tuotannon lisääntyessä energijärjestelmässä. Kiertotalouden mukaiset ratkaisut energia-alalla voivat hyödyntää uusia innovatiivisia malleja myös energian varastointiin.

Fortum ja Elenia ovat yhdessä testanneet uutta toimintamallia, jossa sähköakkuja hyödynnetään sähköjärjestelmän tasapainon ylläpitämiseen ja verkon toimitusvarmuuden parantamiseen. Toimintamallissa Fortum omistaa ja operoi sähköakkuja, joka on liitetty Elenian keskijänniteverkkoon. Akkua hyödynnetään sähkökatkokkien aikana, jolloin se toimii varavoimana rajatulla verkon alueella korjaustöiden ajan, mahdollistaen asiakkaiden sähkönsaannin jatkumisen. Konsepti on mielenkiintoinen myös sähkön toimitusvarmuusvaatimusten näkökulmasta, sillä se tarjoaa vaihtoehdon verkkoinvestoinneille. (Fortum Oyj, 2018)

<https://www.fortum.com/media/2018/06/fortum-offers-elenia-electricity-battery-pack-service>

Sähkövarastoja voidaan hyödyntää myös tuulipuistojen yhteydessä. Konsepti mahdollistaa sähköntuotannon optimoinnin ja tarjoaa kokonaistaloudellisesti edullisen tavan uusiutuvan energiantuotannon liittämiseen sähköverkkoon.

TuuliWatti Oy rakentaa Pohjoismaiden suurinta sähkövarastoa uuden tuulipuiston yhteyteen lin Viinamäkeen. Tuulipuistoon sijoitettavaa kuuden megawatin sähköakkuja tullaan käyttämään tasoittamaan tuotannon vaihtelua. Hankkeessa yhdistyvät tuulivoimaloiden ja akun nopeat säätöominaisuudet tukemaan sähköverkon hallintaan. (TuuliWatti Oy, 2019)

<http://www.tuuliwatti.fi/tiedotteet/tuuliwatti-rakentaa-jattiakun-viinamaen-tuulipuistoon>

Päästöttömän vaihtelevan sähköntuotannon lisääntyessä ja sähkön roolin kasvaessa hiilineutraaliin yhteiskuntaan siirryttäessä tarvitaan akkujen lisäksi myös muita keinoja kysynnän ja tarjonnan tasapainottamiseen. Sähkön hyödyntäminen uusiin käyttökohteisiin, kuten synteettisten polttoaineiden valmistukseen (Power-to-X), tarkoittaa että päästöttömästä sähköstä tehdään polttoainetta tai raaka-ainetta niille sektoreille, joilla sähkön hyödyntäminen suoraan ei ole mahdollista. Teknologia-kustannusten lasku sekä päästöttömässä sähköntuotannossa että Power-to-X -teknologioissa voi tehdä näistä, vielä tällä hetkellä kalliista päästövähennyskeinoista kiinnostavia vaihtoehtoja.

### 2.2.3 Osaaminen ja toimintamallit

Energia-alan toimijoiden perinteinen osaaminen liittyy infrastruktuuriomaisuuden rakentamiseen, omistamiseen ja tehokkaaseen operointiin. Energia-alalla on myös pitkä historia osaamisen ja palveluiden tarjoamisessa muiden toimialojen käyttöön. Kiertotalouteen siirtyminen vaatii kuitenkin usein yhä laajempaa osaamista ja ymmärrystä myös muiden toimialojen tarpeista ja uudentyyppisistä toimintamalleista, joilla tehostetaan sekä omaa toimintaa että yhteistyötä muiden toimialojen ja toimijoiden kanssa.

Omaisuuksenhallinnalla läpi koko elinkaaren on vahva yhteys kiertotalouden periaatteisiin muun muassa kestävästä suunnittelusta, elinkaaren pidentämisestä, kunnossapidon ja kierrätettävyyden näkökulmasta. Kestävällä ja tehokkaalla omaisuushallinnalla energiassektori pystyy tukemaan kiertotalousyhteiskuntaa varmistamalla yhdyskunnan kannalta kriittisen teknologian toiminnan ja kustannustehokkuuden.

Kiertotalouden periaatteita noudatetaan jo nykyäänkin käytöstä poistuvan infrastruktuurin purkamisessa, sillä osat ja materiaalit kierrätetään mahdollisimman pitkälle. Esimerkiksi voimalaitosten purkamisesta syntyvien materiaalien kierrättäminen ja laitosten konvertoiminen uusiokäyttöön on ajankohtainen aihe energia-alalla. Markkinakehityksen ja sääntelyn seurauksena kivihiileen ja öljyyn perustuvaa tuotantokapasiteettia poistetaan käytöstä mutta myös vanhimpia ja pienimpiä tuulivoimaloita on jo purettu. Myös sähkön siirtolinjojen uusiminen ja maakaapelointi toimitusvarmuusvaatimusten tiukkenemisen myötä on tuottanut paljon kierrätettävää materiaalia.

Kun PVO purki Kotkassa sijainneen Mussalon voimalaitoksen, hyödynnettiin laitoksen osia ja osakokonaisuuksia uusiokäytössä sekä varaosina yhtiön muissa voimalaitoksissa. Lisäksi osa käyttökelpoisista osista päätyi myyntiin. Uusiokäyttöön kelpaamattomat osat ja materiaalit päätyivät kierrätykseen romuttamoiden kautta ja varsinaista jätettä purkamisesta syntyi vähän. (Energiauutiset, 2019)

<https://www.energiiauutiset.fi/etusivu/voimalaitosten-uusi-elama.html>

Energiatoimijat ovat hyödyntäneet infrastruktuuritoimialan osaamistaan useilla paikkakunnilla yhdistämällä muun muassa energia- ja vesiliiketoimintoja (esim. Jyväskylä, Mäntsälä ja Rovaniemi). Eri toimialojen yhdistäminen voi tukea edelleen kiertotalouden toteutumista, sillä energiatoiminnoissa voidaan usein hyödyntää hukkalämpöä jätevesistä, ja varmistaa energian hyödyntäminen vesiliiketoiminnoissa tehokkaasti. Myös esimerkiksi biokaasun hyödyntäminen voi toteutua tehokkaasti yhteistoiminnassa. Monilla paikkakunnilla vesisektorilla on myös merkittäviä investointitarpeita, jolloin omaisuushallinnan ja tehokkaan toiminnan osaamisen merkitys korostuu.

Toimialojen välisestä yhteistyöstä esimerkkinä on myös tietoliikenne- ja sähkökaapeleiden yhteisrakentaminen, jolloin maahan kaivettavien sähkökaapeleiden yhteydessä samaan kaivuuojaan voidaan laittaa myös tietoliikennekaapeleita. Tällä on merkittävä kustannusvaikutus, ja myös rakentamisen häiriöt vähenevät kun alueella ei tarvitse tehdä useita kertoja kaivuutöitä.

Sähköverkkojen toimitusvarmuusvaatimusten toteuttamiseksi on monia investointeja vaativia toimintamalleja, kuten laajamittainen maakaapelointi, ilmajohtojen siirto teiden varsille ja johtokatuja raivaaminen. Työ- ja elinkeinoministeriön selvityksessä nostetaan esille älykkäiden sähköverkkojen tarjoamat mahdollisuudet vaihtoehtoisina keinoina toimitusvarmuuden kehittämiseen<sup>1</sup>. Esimerkiksi sähkönkäyttäjien ja palvelutarjoajien energiavarastot, paikallinen sähköntuotanto ja kulutusjoukon hyödyntäminen voivat tarjota kustannustehokkaita ratkaisuja verkkoinvestoinneille. Ratkaisujen hyödyntämispotentiaali on vielä merkittävämpi harvaan asutulla seudulla, jossa verkkopituus asiakasta kohden on suuri. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018b)

[http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161178/43\\_18\\_Sahkonsiirtohinnaat\\_ja\\_toimintavarmuus.pdf](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161178/43_18_Sahkonsiirtohinnaat_ja_toimintavarmuus.pdf)

## 2.2.4 Omistajuus- ja liiketoimintamallit

Siirtyminen kiertotalouteen merkitsee väistämättä liiketoimintamallien murrosta niin energia- kuin muillakin toimialoilla. Nykyiset ansaintalogiikat ja tarjoomat muuttuvat

kiertotalousperiaatteiden mukaisesti ja muutos näkyy ennen kaikkea siirtymisenä kohti palvelu- ja alustataloutta.

Perinteisen ajattelun mukaisesti energiayhtiö myy energiaa asiakkailleen, jolloin sillä ei välttämättä ole vahvaa liiketaloudellista intressiä edistää asiakkaidensa energiansäästöä. Tilanne kuitenkin muuttuu liiketoimintamallin muuttuessa energian myynnistä esimerkiksi olosuhdepalveluiden myyntiin.

Esimerkki innovatiivisesta energiategokkuuden liiketoimintamallista on suomalainen palveluyhtiö LeaseGreen, joka tarjoaa rakennusten energiategokkuusparannuksia palvelumallilla. Yhtiö kartoittaa, suunnittelee ja toteuttaa sekä tarvittaessa myös rahoittaa asiakkaan energiategokkuustoimenpiteet saaden tuloja realisoituvista energiansäästöistä. (LeaseGreen Group Oy, 2019)

[https://leasegreen.com/fi/wp-content/uploads/sites/2/2019/09/LeaseGreen\\_vuosikertomus\\_2019-web.pdf](https://leasegreen.com/fi/wp-content/uploads/sites/2/2019/09/LeaseGreen_vuosikertomus_2019-web.pdf)

Etenkin valmistavassa teollisuudessa energiategokkuusinvestointeja rajoittaa tyypillisesti se, että hankkeet kilpailevat rajoitetusta budjetista vaihtoehtoisten investointikohteiden kanssa. Esimerkiksi omien tuotanto- ja valmistusprosessien kehitys on monesti taloudellisesti kannattavampaa kuin laitoksen energiategokkuuteen investoiminen, jolloin energiategokkuusinvestoinnit jäävät tekemättä. Uudet palvelumallit mahdollistavat tällaisten investointien toteuttamisen ja edistävät siten kiertotalouden mukaisia energiategokkuustoimia muilla toimialoilla.

Kiertotalousyhtiö Adven suunnittelee, rakentaa, rahoittaa, omistaa ja operoi paikallisia energialaitoksia. Esimerkiksi S-ryhmän logistiikkakeskus Sipoossa on Advenin asiakas. Adven vastaa keskuksen energiahuollosta operoimalla lämpölaitosta asiakkaan toimitilojen yhteydessä. Tässä liiketoimintamallissa asiakas ulkoistaa energiahuollon Advenille, joka tarjoaa energiaa ”as a Service” -palvelumallilla. Energiaprosessien omistajuus asettaa Advenille kannustimen kokonaisuuden mahdollisimman tehokkaaseen operointiin. (Talouselämä, 2019)

<https://www.talouselama.fi/uutiset/monelle-tuntematon-yhtio-tekee-energiaa-kuin-suurvoimala-ja-nappasi-esko-ahon-hallituksen-johtoon-bisnes-edellyttaa-syvia-taskuja/328da5e4-8d5a-4ec2-8021-0a0d8c285fcb>

Myös kaksisuuntainen kaukolämpö on hyvä esimerkki energia-alalla jo nykyisin käytössä olevasta kiertotaloutta edistävästä liiketoimintamallista. Liiketoimintamalli mahdollistaa kaukolämpöjärjestelmän energiaressurssien tehokkaamman käytön ja luo lämmön ostajalle taloudellisen kannustimen hyödyntää omassa kulutuksessa muodostuvia hukka- ja ylijäämälämpöjä, jotka jäisivät muuten hyödyntämättä.

Energiatoimijoilla on mahdollisuus edistää kiertotaloutta myös täysin uusilla asiakassegmenteillä kehittämällä nykyisten avainkyvykkyyksien päälle uusia liiketoimintamalleja. Kiertotalouden mahdollistamisen näkökulmasta energiatoimijoiden tulisi tunnistaa omassa toimintamallissaan ja prosesseissaan konsepteja, joita on mahdollista kaupallistaa ja tarjota joko toimialan sisällä tai muille toimialoille.



Pohjois-Karjalan Sähkön (PKS) kehittämä sähköinen palvelualusta ja pörssihintoihin perustava Priima-älysähkö sopimus on esimerkki onnistuneesta avainresurssien kaupallistamisesta uuden palvelutarjoonnan muodossa. PKS lanseerasi palvelualustan ja Priima-älysähkö sopimuksen kuluttaja-asiakkaille vuonna 2014. Konseptin suosion myötä yhtiö alkoi tarjota tuotettaan myös muiden sähkön vähittäismyyjien käyttöön niin sanottuna ”white-label”-tuotteena. Liiketoimintamallissa PKS tarjoaa sähkötuotteen tarvitseman alustan ja prosessien operoinnin palveluna muille sähkön vähittäismyyjille. PKS tekee edellä kuvattua tuoteyhteistyötä muun muassa Leppäkosken Energian ja Lännen Omavoiman kanssa. (Pohjois-Karjalan Sähkö Oy, 2019)

<https://pks.fi/uutiset/pks-ja-lannen-omavoima-priima-yhteistyohon-sahkon-myyynnissa/>

Kiertotalousajattelu haastaa perinteisen energiayhtiöiden omistamiseen ja operointiin perustuvan liiketoimintamallin. Kiertotalouden lähestymistapa voi tarjota energiayhtiöille uusia näkökulmia siihen, onko tuotanto- ja verkko-omaisuudessa jotain sellaisia osia, joita ei ole enää kannattavaa omistaa, jos energiapalvelun pystyy toteuttamaan muilla keinoin.

Myös energiayhtiöille on tarjolla omistamisen tilalle uusia vaihtoehtoisia liiketoimintamalleja, kuten PPA-sopimukset. PPA-sopimuksella tarkoitetaan pitkäaikaista sähkönostosopimusta, jossa ostaja sitoutuu ostamaan sähköntuottajalta tietyn määrän sähköä sopimuksen mukaiseen hintaan tyypillisesti noin 10–20 vuoden ajan. Tuulivoimahankkeiden määrän kasvun ja niiden kustannustason näkökulmasta PPA-malli haastaa perinteisen toimialakäytännön, jossa yhtiöt itsenäisesti rakentavat ja omistavat energialaitoksia. Tyypillisesti PPA-sopimuksissa ostajana on jokin suuri yksittäinen sähkönkuluttaja mutta ne sopivat hyvin myös yhdeksi sähkönmyyjän hankintakanavaksi. Uudet toteutusmallit voidaan nähdä mahdollistajana uusiutuvan energian tarjonnan kasvattamiselle kiertotalousyhteiskunnassa.

### **2.2.5 Kumppanuudet ja yhteistyö**

Kumppanuudet ja yhteistyö ovat kiertotalouden keskiössä: ilman niitä aito kiertotalous ei ole mahdollinen. Kiertotalouden toimijat ovat kytkeytyneet toisiinsa tiiviisti sekä toimialojen sisällä että toimialojen välillä. Toiminta on ekosysteemimäistä ja yhteistyö eri toimijoiden välillä perustuu avoimuuteen, tiedon jakamiseen ja vahvaan luottamukseen. Yhteistyön taustalla olevat tekijät voivat liittyä esimerkiksi liiketoimintaan, teknologiaan, osaamiseen tai tiedon vaihtoon. Kaikki tämä edellyttää uusia kyvykkyyksiä toimialasta riippumatta. Näitä ovat muun muassa ekosysteemeissä toimiminen sekä kumppani- ja yhteistyöverkoston luominen ja ylläpito.

Energiayhtiö Nivos on yksi esimerkki toimialojen välisestä kiertotalouden symbioosista. Hukkalämmön laajamittaisen hyödyntämisen ja eri sektoreiden yhdistämisen lisäksi yhtiö on perustanut Hyvinkäälle biokaasun tankkausaseman, jossa aseman kaasu tuotetaan viereisellä biokaasulaitoksella alueella toimivan luomumaatilan sivuvirtoja hyödyntämällä. (Nivos Energia Oy, 2019)

<https://www.nivos.fi/biokaasu/palopuron-biokaasu/palopuron-biokaasu>

Suomesta löytyy useita esimerkkejä kiertotalousyhteistyöstä energiayhtiöiden ja kolmansien osapuolten välillä myös hukka- ja ylijäämälämpöjen hyödyntämisestä, ja tästä esimerkkinä noin kolmannes kaukolämmöstä Suomessa on kolmansien osapuolien tuottamaa.

Uusien kiertotalouden mukaisten ratkaisujen ja liiketoimintakonseptien kehittäminen vaatii osaamista ja resursseja, joita yksittäisellä toimijalla ei välttämättä ole. Tekemällä kehitysyhteistyötä ja yhdistämällä eri toimijoiden osaamista ja kyvykkyyksiä niin alan



yritysten kuin laajemman ekosysteemin muodostamien muiden alojen yritysten, teknologiatoimittajien sekä tutkimusorganisaatioiden ja muiden julkisen sektorin toimijoiden kanssa voidaan luoda uusia kestäviä kiertotaloustratkaisuja.

Smart Otaniemi -hankkeessa kehitetään älykkäitä energiaratkaisuja yhteistyössä innovaatioekosysteemin kanssa, joka koostuu eri tutkimus- ja asiantuntijaorganisaatioista, yrityksistä, teknologiatoimittajista ja energiatoimijoista. Otaniemeen on kehitetty uusien energiaratkaisujen testialusta, jossa uusia energiaratkaisuja ja liiketoimintamalleja voidaan pilotoida. Hankkeen fokusalueita ovat energiajärjestelmän joustavuuden ratkaisut, rakennustason tiedon hyödyntäminen, älykäs liikkuminen ja alustat tiedon jakamisen mahdollistamiseksi. Nämä fokusalueet ovat keskeisiä myös kiertotaloudessa. (Business Finland, 2018)

<https://www.businessfinland.fi/ajankohtaista/uutiset/2018/otaniemeen-synty-ainutlaatuinen-alykkaan-energian-testialusta/>

Energiatoimijoiden aktiivinen osallistuminen alan kehitystyöhön mahdollistaa samalla uusien kumppanuuksien tunnistamisen ja yhteistyömallien kehittämisen. Edellä mainitun Smart Otaniemi hankkeen lisäksi Suomessa on useita merkittäviä alan yritysten ja tutkimustahojen yhteishankkeita, kuten LUT:n ja VTT:n ja lukuisten kansainvälisten ja kotimaisten yritysten Blue Electricity hanke, jonka tavoitteena on mahdollistaa 100 % uusiutuva energiajärjestelmä (LUT, 2019). Energiatoimijat mahdollistavat myös muiden alojen kiertotaloutta kumppanuuksien kautta.

Myös kaupungit ja kunnat pystyvät omalla toiminnallaan ohjaamaan ja kannustamaan alueensa toimijoiden yhteistyötä kiertotalouden edistämiseksi.

Lahti on asettanut kiertotalouden edistämisen yhdeksi kaupungin strategiseksi painopistealueeksi ja tarjoaa kiinnostavan toimintaympäristön cleantech-yrityksille. Lahdessa Kujalan jätekeskuksen ympärille on muodostunut kiertotalouden mukaisia teollisia symbiooseja, joissa eri materiaalivirtoja hyödyntävät muun muassa alueella sijaitseva biokaasu- ja kompostointilaitos, biokaasun jalostuslaitos, kattohuopajätteen käsittelylaitos sekä asfalttiasema ja mullanjalostusasema. (Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy, 2019)

<https://www.phj.fi/yritysinfo/kujalan-jatekeskus/>

### **2.2.6 Tiedon hyödyntäminen**

Tieto on keskeinen elementti kiertotalouden periaatteiden mukaisia liiketoimintamalleja. Energia-alan tuottama tieto on yleensä erilaista mittaustietoa, joka liittyy energiakäyttöön ja sen tehokkuuteen sekä energian käytön vaikutuksiin elinympäristöön ja ilmastoon. Energia-alan tuottamaa tietoa voidaan hyödyntää energia-alan oman toiminnan tehostamisessa mutta samalla se tarjoaa monia liiketoimintamahdollisuuksia muiden toimialojen toimijoille. Muilla toimialoilla on tärkeä rooli tiedon saatavuuden, keräämisen ja analysoinnin mahdollistamisessa.

Fingrid on avannut kaikille avoimen Avoin data -palvelun, jonka kautta jaetaan kootusti tietoa Suomen sähköjärjestelmästä ja sähkömarkkinoista. Avoimella datalla tarkoitetaan digitaalisessa muodossa olevia sisältöjä ja dataa, jota kuka tahansa voi vapaasti ja maksutta hyödyntää ja jakaa. Avoimen datan tarjoaminen keskitetysti mahdollistaa uusien palveluiden ja sovellusten kehittämisen. Samalla se on yksi kustannustehokas keino tehostaa sähkömarkkinoiden toimintaa. (Fingrid Oyj, 2019)

<https://www.fingrid.fi/palvelut/sahkomarkkinainformaatio/fingrid-avoin-data/>

Suomessa otettiin käyttöön sähkömittareiden etäluenta vuoden 2013 loppuun mennessä. Perinteisestä manuaaliluennasta luopuminen lisäsi resurssitehokkuutta merkittävästi mutta ennen kaikkea se mahdollisti sähkön kulutuksen seurannan tuntitasolla lähes reaaliaikaisesti. Tuntimittaustieto on ollut tärkeä osa uusien sähkötuotteiden ja erilaisten kolmansien osapuolten energiatehokkuus- ja energianhallintapalvelujen ja -ratkaisujen kehittämisessä. Sähkömittareiden etäluenta on toiminut esimerkkinä myös muille energiamuodoille ja veden kulutuksen mittauksille.

EnerKey Enegia Solutions on esimerkki yrityksestä, jonka palveluliiketoiminta perustuu mittaustietoon ja sen monipuoliseen analysointiin ja hyödyntämiseen. Yhtiön kehittämä energiahallintajärjestelmä mahdollistaa energiankulutuksen seurannan ja analysoinnin sekä erilaisten energiatehokkuustoimenpiteiden suunnittelun ja toteutuksen seurannan. (EnerKey Enegia Solutions Oy, 2019)

<https://www.enerkey.com/fi/yritys/>

Työ- ja elinkeinoministeriö asetti syyskuussa 2016 työryhmän, jonka tehtävänä oli selvittää ja esittää konkreettisia toimia, joilla älyverkot voivat palvella asiakkaiden mahdollisuuksia osallistua aktiivisesti sähkömarkkinoille ja edistää yleisesti toimitusvarmuuden ylläpitoa. Työryhmä julkaisi lopullisen mietintönsä lokakuussa 2018 (Työ- ja Elinkeinoministeriö, 2018a). Älykkyyden lisääntyessä niin sähköverkoissa kuin niihin kytketyissä laitteissa myös sähköjärjestelmästä saatavan tiedon määrä kasvaa huomasti. Tämä tarjoaa mahdollisuuden hyödyntää sähköjärjestelmään kytkettyjä hajautettuja resursseja aiempaa tehokkaammin sekä asiakkaan että yhteiskunnan eduksi. Älykkästä sähköjärjestelmästä saatavan tiedon ympärille onkin kehittymässä uusia kiertotalouden periaatteiden mukaisia liiketoimintamalleja energia-alan ja muiden toimialojen yrityksille.

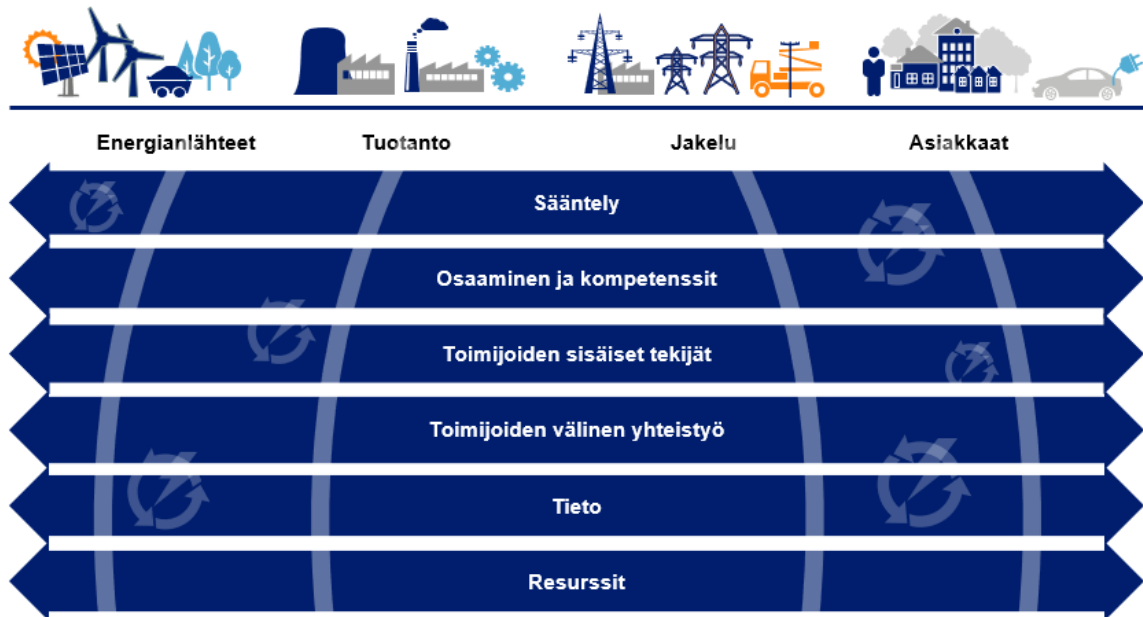
### **3. KIERTOTALOUDEN ESTEET ENERGIA-ALALLA**

Kiertotalous on merkittävä mahdollisuus energia-alalle, ja monella energia-alan toimijalla on jo tänä päivänä kiertotalouden mukaisia ja sitä tukevia elementtejä. Samaan aikaan on myös monia asioita, jotka toimivat hidasteina ja esteinä kiertotaloudelle sekä energia-alalla että yleisemmin.

Raporttia varten Pöyry kartoitti energia-alan kiertotalouden esteitä osana Energiateollisuus ry:n keväällä 2019 toteuttamaa laajempaa kiertotalouskyselytutkimusta (Energiateollisuus ry, 2019). Kyselyn tuloksia täydennettiin asiantuntijoiden näkemyksillä.

Tämän selvityksen puitteissa tunnistetut kiertotalouden esteet energia-alalla voidaan jakaa kuvan 4 mukaisesti kuuteen ryhmään. Osa esteistä liittyy täsmällisesti yhteen liiketoimintaan tai arvoketjun osaan, kun taas toiset ovat vaikutuksiltaan laaja-alaisempia. Koska kiertotaloudessa eri liiketoiminnat ja toimialat ovat tiiviisti kytkettyneitä toisiinsa, myös haasteet ja esteet vaikuttavat yhä enemmän perinteisesti miellettyjen toimialarajojen yli.

## Kuva 4 – Kiertotalouden esteet energia-alalla



Lähde: Pöyry

Kyselyn perusteella teknologian ja digitalisaation tasoa ei nähty esteinä kiertotaloudelle, vaan pikemminkin kiertotalouden mahdollistajina. Sen sijaan moni energia-alan toimija koki tarvitsevansa tukea näiden kiertotaloutta mahdollistavien uusien teknologioiden ja digitaalisten työkalujen käyttöönotossa. Muut esteet ja kehitystarpeet liittyvät erityisesti osaamiseen, resursseihin sekä sisäisiin toimintamalleihin ja prosesseihin.

Alla on käsitelty tarkemmin kutakin selvityksessä tunnistettua kiertotalouden estettä lyhyen taustoituksen ja esimerkkien avulla. Vaikka esteitä käsitellään tässä raportissa kuuteen ryhmään jaoteltuna, on syytä huomauttaa, että monet esteistä linkittyvät kiertotalouden luonteen mukaisesti toisiinsa ja ne voivat siksi kuulua useampaan kuin yhteen kategoriaan.

### 3.1 Säätely

Tähän kategoriaan kuuluvat muun muassa lainsäädäntö, regulaatio ja lupamenettelyt, kaavoitus, verotus ja erilaiset tukimekanismit sekä poliittisten ohjauskeinojen muutoksiin liittyvä epävarmuus. Esteet voidaan jakaa kansallisiin ja paikallisiin sen mukaan, millä tasolla niistä päätetään ja millä tasolla ne vaikuttavat. Esimerkiksi kuntien ja kaupunkien omat säännöt, luvat, maksut ja kannustimet ovat merkittävässä roolissa kiertotalouden edellytysten näkökulmasta – myös energia-alalla. Myös lakien ja muun kansallisen tason sääntelyn vaikutus on merkittävä.

Yksittäiset toimijat voivat kohdata sääntelyyn liittyviä kiertotaloutta rajoittavia esteitä omissa toiminnoissaan, mutta haasteiden moninaisuuden ja usein paikallisuuden johdosta selvityksessä ei noussut esille suoria konkreettisia ja yleistettävissä olevia esimerkkejä sääntelyyn liittyvistä esteistä kiertotaloudelle energia-alalla. Sen sijaan selvityksessä tunnistettiin tähän aihepiiriin liittyviä ilmiöitä, joilla nähtiin olevan suora tai välillinen vaikutus energia-alan kiertotalouteen. Näitä ovat mm. seuraavat:

- Energia-alan ja energia-alaan suoraan kytkeytyvien lakien ja asetusten valmistelussa kiertotalous ei ole toistaiseksi ollut merkityksellinen näkökulma, millä saattaa olla

kiertotaloutta estävä vaikutus. Esimerkiksi jakeluverkkoyhtiöiden nykyinen regulaatiomalli ei ohjaa kiertotalouden mukaiseen resurssitehokkuuden maksimointiin esimerkiksi luomalla kannustimia etsimään verkkoinvestoinneille vaihtoehtoisia ratkaisumalleja.

- Sähköverotus erityisesti akkujen osalta on ollut yksi merkittävä haaste älykkäiden sähkövarastoja sisältävien energiaratkaisujen laajemmalle käyttöönotolle. Uuden hallitusohjelman mukaisesti sähkön varastoinnin kaksinkertainen verotus poistetaan nykyistä pienempien akkujen osalta, mikä on hyvä esimerkki energia-alan kiertotalouden esteiden poistamisesta. Hallitusohjelman mukaisesti myös kaukolämpöverkoissa olevien lämpöpumppujen verotusta ollaan laskemassa alhaisempaan veroluokkaan, mikä parantaa erilaisten hukkalämpöjen hyödyntämismahdollisuuksia kiertotalouden tavoitteiden mukaisesti.
- Kiertotaloudessa eri toimialat kytkeytyvät tiiviisti toisiinsa, jolloin myös sääntelyn ja erilaisten kannustimien vaikutukset yli toimialarajojen ovat nykyistä merkittävämmät. Esimerkiksi maankäyttöön ja rakentamiseen liittyvät paikalliset säännöt ja luvat voivat estää älykkäiden ja joustavien alueellisten energiaratkaisujen toteuttamista. Toisena esimerkkinä pysäköintiin ja katutilan käyttöön liittyvät säännöt ja periaatteet saattavat rajoittaa sähköisen liikenteen latausinfrastruktuurin rakentamista kaupunkien keskusta-alueille. Erilaisia prosesseja, kuten luvitusta, tulisi kehittää kiertotalouden näkökulmasta mahdollistavammaksi ja viranomaisten tietotaitoa kiertotaloudesta tulisi lisätä.
- Niukat resurssit lainsäädäntötyössä myös voivat estää kiertotalouden edistymistä sekä energia-alalla että laajemmin.
- Kiertotalouden huomiointi ja edistäminen lainsäädännön keinoin sekä kiertotalouden erilaisten esteiden purkaminen edellyttävät ennen kaikkea poliittista tahtoa ja ohjausta kohti kiertotaloutta. Tämä edellyttää, että sekä poliittiset päättäjät että äänestäjäkunta ymmärtävät kiertotaloutta ja sen mahdollisuuksia laajasti. Liian suppea näkemys kiertotalouden kokonaisuuteen voi johtaa vaikuttavuuden ja tavoitteiden kannalta osaoptimointiin.
- Kaavoitus mahdollistaa tai rajoittaa merkittävästi sitä, miten erilaisia alueita käytetään ja miten niitä voidaan kehittää. Kaavoitus vaikuttaa sekä uusien että olemassa olevien alueiden kehitykseen. Maankäyttö- ja rakennuslakia ollaan parhaillaan uudistamassa, millä lisätään joustavuutta kaavoitukseen ja rakentamisen ohjaukseen. Vireillä olevan uudistuksen kiertotaloutta koskevia alustavia tavoitteita ovat muun muassa vähähiilisen rakentamisen ja korjaamisen ohjaus, purkamisen ohjauksen vahvistaminen ja purkumateriaalien hyödyntämisen edistäminen ja digitaalisuuden hyödyntäminen vähähiilisessä uudisrakentamisessa, rakennus- ja purkujätteen hyödyntämisessä sekä purkujätteen hyödyntämisessä ja kiinteistönpidossa<sup>1</sup>. Alle on listattu muutamia tämänhetkisiä kaavoitukseen liittyviä haasteita.
  - Jakamistalouden ja yhteiskäytön lisääminen voidaan mahdollistaa kaavoituksella esimerkiksi pienentämällä pysäköintimitoitusta, mikä vaikuttaa autojen yhteiskäyttöön. Myös alueellinen lämpöenergian kierrätys ja varastointi ja sen mahdollistaminen liittyvät maankäyttöön ja kaavoitukseen. Haasteena on tiedon ja yhteisen tahtotilan puute, mikä estää näiden kiertotaloushankkeiden edistävien ratkaisujen huomioimista riittävän varhaisessa vaiheessa. Kaavoittajia pitäisikin tiedottaa ja kouluttaa kiertotalouden mahdollisuuksista ja siitä, miten tämä pitäisi

---

<sup>1</sup> Viimeisimmässä 1.5.2017 voimaan tulleessa maakäyttö- ja rakennuslain uudistuksessa tehtiin muutoksia toimenpideluvanvaraisiin toimenpiteisiin, joista yksi koskee aurinkopaneeleita. Muutoksella löysätettiin aurinkopaneelien ja -keräimien asentamisen ja rakentamisen luvanvaraisuutta ja näin mahdollistettiin niiden joustavampi käyttöönotto ja yleistyminen.

ottaa huomioon kaavoituksessa. Kaavoittajilla ei ole välttämättä selkeää käsitystä energia-alan tai muiden toimijoiden tarpeista ja prosesseista. Toisaalta energia-alan toimijoiden tulisi varmistaa riittävä osallistuminen ja palautteen anto kaavaprosesseissa. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten roolin muutos korostaa osallisten sidosryhmien aktiivisuutta kaavoituksen seurannassa ja siihen vaikuttamisessa.

- Joustavat kaavamerkinnot ja määräykset ovat avainasemassa tulevaisuuden kiertotalousyhteiskunnan muodostamisessa. Tällä hetkellä haasteena on, että monesti kaavoissa on tarkkaan määritelty alueen sallittu toiminta ja toteuttamisen reunaehdot. Välillä reunaehtoja on määritetty tiukaksi turhaankin, esimerkiksi on voitu määrittää tarkka energiantuottomuoto tai teknologia, jota alueella voidaan käyttää. Tämä voi rajoittaa toimintaa kiertotalouden näkökulmasta, sillä esimerkiksi ympäristölupaa ei ole mahdollista saada asemakaavan vastaisesti. Myös pitkän aikavälin suunnitelmia voi olla vaikea tehdä, mikäli kaavoituksessa ei ole otettu huomioon energia-alan tai muiden toimijoiden muuttuvia tarpeita. Tämä voi johtaa tilanteeseen, jossa kaava ei mahdollista toiminnan muutosta ilman kaavamuutoksen tekemistä. Pahimmillaan asemakaavan muutos vaatii yleiskaavan tai jopa maakuntakaavan muutosta, mikä on pitkälinen prosessi ja saattaa kariutua valitukseen. Tämän vuoksi kaavoituksessa tulisi varmistaa tarpeelliset tilavaraukset alueelliselle uusiutuvan energian tuotantoalueille kaikilla kaavatasoilla.
- Yleiskaavoitukseen ja asemakaavoitukseen on olemassa merkintäoppaat, jotka perustuvat eri ministeriöiden työhön. Merkintäoppaisiin voitaisiin lisääntyvässä määrin tuoda esiin myös kierrätyspuistojen tai muiden kiertotalousaiheisten alueiden tarpeita ja esittää, miten näiden alueiden tarpeita voidaan ottaa huomioon kaavoituksessa sulkematta liikaa vaihtoehtoja pois. Kiertotalousalueet saattavat olla määritelty teollisuuden tai kaatopaikkatoiminnan alaisuuteen, mikä saattaa olla osalle toimijoista myös osittain negatiivinen imagokysymys, mikä estää kiertotalouden toteutumista. Maineen parantaminen ja kaavoitusalueiden määrittely ovat avainasemassa haasteen selättämisessä.
- Materiaalivirtojen näkökulmasta samaan materiaaliin ja sen hyödyntämiseen kohdistuu erilaista sääntelyä ja tästä johtuvia ehtoja riippuen siitä, minkälaiseksi kyseinen materiaali luokitellaan. Esimerkiksi materiaalin luokittelu jätteeksi voi rajoittaa merkittävästi sen jatko- ja hyödyntämismahdollisuuksia, mikä voidaan nähdä esteeksi kiertotalouden toteutumiselle. Tämä ei välttämättä estä kiertotaloutta energia-alalla mutta ilmiön vaikutuksesta muiden toimialojen materiaalivirtoihin, esimerkiksi muovin ja rakennusjätepuun osalta, on yhteys myös energia-alalle.
- Esimerkiksi Suomessa End of Waste -statuksen saaminen on melko pitkälinen ja hankala prosessi. Statukselle on asetettu hyvin tiukat määräykset ja vaatimusten täyttymistä pitää usein seurata säännöllisesti jälkikäteen. Erilaisten näytteiden ottaminen ja tuloksien tulkitseminen on osittain puutteellista ja väärintulkitut mittaustulokset ja niistä johtuvat lausunnot saattavat johtaa koko statuksen peruuntumiseen. Prosessia voisi keventää, ottaen silti huomioon ympäristö- ja terveystarpeet sekä näytteenottajia kouluttaa ja tietoa statuksen saamisesta lisätä.

## 3.2 Osaaminen ja kompetenssit

Kiertotalous edellyttää uudenlaista osaamista ja kompetensseja sekä yksilöiltä että organisaatioilta. Erityisesti osaamista tarvitaan yhteistyön kehittämisessä ja kiertotalouden mahdollisuuksien ja parhaiden toteutustapojen tunnistamiseksi. Selvityksessä tunnistettiin seuraavia osaamiseen ja kompetensseihin liittyviä energia-alan kiertotalouden esteitä ja rajoitteita:

- Uusien teknologioiden sekä digitaalisten ratkaisujen ja työkalujen käyttöönottoon ja hyödyntämiseen liittyvät osaamistarpeet ja näistä kumpuavat esteet nousivat esiin useassa yhteydessä. Myös kompetenssien kehittäminen nähtiin haasteena, johon kaivataan ulkopuolista apua. Osaamistarpeet voivat liittyä esimerkiksi kiertotalouteen yleisesti, tietojärjestelmiin ja tietojenkäsittelyyn, liiketoiminnan kehittämiseen sekä liiketoiminta- ja yhteistyömalleihin.
- Kiertotalous edellyttää entistä enemmän yhteistyötä yksilöiden, liiketoimintojen ja yritysten välillä. Tästä johtuen tarvitaan nykyistä parempia kyvykkyyksiä ymmärtää asioita omien ydinosaamisalueiden ulkopuolelta sekä käydä keskustelua ja tehdä yhteistyötä oman toiminnon, liiketoiminnan, yrityksen tai toimialan ulkopuolelle. Ymmärryksen ja yhteisen kielen puute saattaa estää tai ainakin merkittävästi hidastaa kiertotalouden mukaisten ratkaisujen ja toimintamallien käyttöönottoa.
- Yhteistyön näkökulmasta myös erilaisiin yhteistyömalleihin, verkostomaiseen toimintaan ja ekosysteemeihin liittyvän osaamisen puute saattaa estää kiertotaloutta.
- Kuten luvussa 2.2 todetaan, kiertotalous linkittyy vahvasti toimijoiden tavoitteisiin ja strategiaan, jolloin kiertotalouden ja siihen liittyvien mahdollisuuksien tulisi toimivan johdon lisäksi olla vahvasti myös omistajaa kiinnostava aihe: kiertotaloudessa toimintaa ohjaavat muutkin tavoitteet kuin myydyin energian määrä ja hinta. Energia-alan eri toimijoiden omistajien kiertotalousosaaminen nähtiin tärkeäksi kiertotalouden edistämisen näkökulmasta ja toisaalta sen puute nähtiin mahdollisena esteenä kiertotaloudelle energia-alalla.

### 3.3 Toimijoiden sisäiset tekijät

Toimijoiden sisäisillä tekijöillä tarkoitetaan tässä yhteydessä näiden omia toimintamalleja ja -tapoja, prosesseja ja järjestelmiä. Osaamisen, kompetenssien ja resurssien lisäksi sisäiset tekijät ovat keskeisessä roolissa siinä, miten joustavasti energia-alan toimijat voivat edetä kohti kiertotalouden mukaista toimintaa: ne ovat merkittäviä kiertotalouden mahdollistajia yksittäiselle toimijalle. Selvityksessä nousi esiin seuraavia sisäisiin tekijöihin liittyviä haasteita ja esteitä kiertotaloudelle energia-alalla:

- Siiloutuminen nähtiin merkittävänä esteenä kiertotaloudelle sekä yksittäisen toimijan että kokonaisten toimialojen tasolla. Siiloja voivat synnyttää ja niitä voivat yrityksistä huolimatta ylläpitää esimerkiksi tietojärjestelmät, tieto, organisaatorakenne, kulttuuri johtaminen ja erilaiset tavoitteet.
- Merkittävänä esteenä kiertotaloudelle koettiin myös olemassa olevat järjestelmät, prosessit ja totutut toimintatavat. Nykyiset tietojärjestelmät, kuten asiakastieto- ja laskutusjärjestelmät, saattavat rajoittaa kiertotalouspalveluiden tarjoamista asiakkaille tai ne voivat rajoittaa toimijan omia mahdollisuuksia ottaa käyttöön kiertotalouden mukaisia ratkaisuja.
- Toimijoiden sisäiset tekijät vaikuttavat merkittävästi näiden kykyyn kohdata muutoksia ja reagoida niihin esimerkiksi muuttamalla omaa toimintaansa. Kappaleessa 2.1 todetun mukaisesti energia-alaan vaikuttavat monet muutostekijät, jotka ovat samaan aikaan myös kiertotalouden ajureita ja mahdollistajia. Selvityksessä nousi kysymys toimijoiden kyvystä vastata näiden muutostekijöiden vaikutuksiin yleisesti ja edelleen, miten hyvin toimijoiden nykyiset toimintamallit, prosessit ja järjestelmät tukevat yhä laajenevaa ja laajempaa kiertotaloutta.

### 3.4 Toimijoiden välinen yhteistyö

Toimijoiden välisellä yhteistyöllä tarkoitetaan yhteistyöverkostoja ja alueellista yhteistyötä, kumppanuuksia, ekosysteemejä sekä kiertotalouden mukaisia, avoimeen ja vahvaan



yhteistyöhön perustuvia liiketoimintamalleja. Selvityksessä tunnistettiin energia-alan toimijoiden osalta seuraavia toimijoiden välisen yhteistyöhön esteitä kiertotaloudelle:

- Yhteistyömahdollisuuksien tunnistaminen voi olla haastavaa ja siten estää tai ainakin hidastaa kiertotalouden mukaisten ratkaisujen käyttöönottoa energia-alalla. Erityisen haastavaa voi olla yhteistyömahdollisuuksien tunnistaminen toimialarajojen ylitse aiemman kontaktipinnan ja toimialatuntemuksen puuttuessa.
- Joissakin tapauksissa myös potentiaalisten yhteistyökumppaneiden löytäminen koettiin haasteelliseksi. Uusia palveluita kehittävien start up -yritysten näkökulmasta mahdolliset yhteistyökumppanit tulee valita erityisen huolellisesti liiketoimintariskien ja niukkojen resurssien vuoksi.
- Resurssit, joita yhteistyön rakentamiseen ja ylläpitoon voidaan käyttää, ovat usein rajalliset. Useamman merkittävän yhteistyöjärjestelyn samanaikainen kehittäminen on haastavaa erityisesti pienille ja keskisuurille toimijoille.
- Toimijoiden ymmärrys, osaaminen ja kokemukset erilaisista yhteistyömalleista on rajallista erityisesti kiertotalouteen liittyen. Tämä pätee sekä yritysten väliseen yhteistyöhön että yhteistyöhön yksityisen ja julkisen sektorin välillä.
- Kiertotalous edellyttää syvällistä ja avointa yhteistyötä toimijoiden välillä. Tähän tarkoitukseen soveltuvia aiempia malleja ja valmiita ratkaisuja vastuiden ja riskien jakamiseksi ja hallitsemiseksi yhteistyöverkoston toimijoiden kesken ei välttämättä ole olemassa, jolloin ne voivat olla este yhteistyön käynnistämiseksi. Sama pätee kiertotalouden mukaisille liiketoimintamalleille, jotka voivat poiketa merkittävästikin nykyisistä.

### 3.5 Tiedon saatavuus, kerääminen ja hyödyntäminen

Tieto on kiertotalouden polttoainetta. Tässä yhteydessä tiedolla tarkoitetaan kaikenlaista tietoa yksittäisestä mittauksesta laajempaan asiakaskastietoon ja edelleen esimerkiksi tietoon erilaisista kehityshankkeista. Esteiden näkökulmasta tietoon liittyviä ulottuvuuksia ovat tiedon saatavuus, kerääminen ja käyttö. Selvityksessä nousi esiin seuraavia tietoon liittyviä kiertotalouden esteitä:

- Toimijoiden on vaikea määrittää, mikä niiden nykyisin keräämä ja hallussaan pitämä tieto on kiertotalouden näkökulmasta arvokasta, kenelle siitä on arvoa, mikä on sen arvo ja miten arvon saa realisoitua. Myös tiedon jakamiseen liittyvät periaatteet ja käytännöt vaihtelevat toimijoittain, mikä aiheuttaa haasteita erityisesti mahdollisille yhteistyökumppaneille. Lisäksi tiedon hyödyntämiseen, erityisesti jakamiseen, voi liittyä turhia rajoitteita aiheuttavia väärinkäsityksiä.
- Tietoon ja sen hyödyntämiseen liittyvät liiketoimintamallit voivat olla vieraita. Tämä voi liittyä erityisesti yhteistyöhön kolmansien osapuolten kanssa.
- Toimijoilla ei välttämättä ole selkeää kokonaiskuvaa hallussaan olevasta tiedosta tai näkemystä tiedon keräämiseksi ja hyödyntämiseksi omassa toiminnassa esimerkiksi uusien lisäarvopalveluiden kehittämiseksi ja myymiseksi asiakkailleen. Mahdollisesti myös kyvyt ja osaaminen hyödyntää tietoa kiertotalousnäkökulmasta ovat rajalliset.
- Tieto voi synnyttää siiloja organisaation sisälle ja niiden välille, mistä aiheutuu tehottomuutta ja hyödyntämättä jääneitä mahdollisuuksia. Tämä voi näkyä esimerkiksi erilaisissa rinnakkaisissa kiertotalouden kehityshankkeissa, joissa eri toimijat keskittyvät toisistaan tietämättä samoihin asioihin. Avoimuus ja tiedon jakaminen ovat keinoja minimoida näitä haasteita.
- Kiertotaloudessa materiaalin historia ja jäljitettävyyys ovat tärkeitä: kiertotalous edellyttää tietoa kierrossa olevan materiaalin ominaisuuksista ja alkuperästä sekä materiaalin aiemmista vaiheista, sillä tätä tietoa tarvitaan päätökseen, miten kyseistä



materiaalia voi jatkossa hyödyntää. Energian tarkka alkuperä kiinnostaa yhä useampia ja tämä edellyttää yhä yksityiskohtaisempaa tietoa sekä energia tuotannosta että siihen käytetyistä polttoaineista. Tulevaisuuden kiertotaloudessa on tarpeen kerätä tätä tietoa siten, että se on helposti saatavilla ja yksiselitteisesti kytkettävissä tiettyyn energiayksikköön.

### 3.6 Resurssit

Resursseilla tarkoitetaan tässä yhteydessä raaka-aineita, taloudellisia resursseja ja henkilöresursseja. Selvityksessä nousi esiin seuraavia resursseihin liittyviä haasteita ja esteitä suhteessa energia-alan kiertotalouteen:

- Rajalliset resurssit kehittää ja ottaa käyttöön kiertotalouden mukaisia ratkaisuja ja palveluita. Tämä haaste korostuu, mitä pienemmästä toimijasta on kysymys, mutta resurssihaaste koskee myös isompia toimijoita alalla. Rajoitteet liittyvät pääasiassa käytettävissä olevaan rahaan ja henkilöstön osaamiseen. Resurssien allokointia ylätasolla ohjaavat tyypillisesti toimijan tavoitteet ja strategia, joilla voi tätä kautta olla huomattava vaikutus kiertotalouden edistämiseen.
- Raaka-aineiden osalta erityisesti polttoaineisiin liittyy laajemman kiertotalouden kannalta keskeisiä kysymyksiä, kuten jäte- ja biopolttoaineiden saatavuus energiantuotantoon pidemmällä tähtäimellä. Edellä mainitun mukaisesti raaka-aineiden alkuperällä on kiertotaloudessa merkittävä rooli, jolloin alkuperään liittyvän tiedon tärkeys korostuu.
- Energian tuotantoon, siirtoon ja jakeluun tehtävät investoinnit ovat tyypillisesti pitkäaikaisia ja kooltaan isoja. Siinä missä olemassa olevat tietojärjestelmät ja prosessit voivat toimia kiertotalouden esteenä sisäisten tekijöiden näkökulmasta, jo tehdyt investoinnit ja olemassa oleva infrastruktuuri voivat toimia esteinä tai vähintään hidasteina uusille kiertotalouden mukaisille ratkaisuille.

### 3.7 Lisänäkökulmia kiertotalouden esteisiin energia-alalla

Edellä kuvatut kiertotalouden mahdolliset esteet tai haasteet ovat myös suuri mahdollisuus energiasektorin ja koko yhteiskunnan siirtymiselle kiertotalouteen. Eri toimijoille korostuvat erilaiset haasteet ja toisaalta mahdollisuudet. Yksikään toimija ei kuitenkaan yksin voi toteuttaa kiertotaloutta, ja tämä pätee erityisesti energiasektoriin.

Kiertotalouden yhteydessä puhutaan laajemmista systeemitason ratkaisuista ja optimoinnista ja yhteistä visiota kohti siirtymisestä. Päästötön kiertotalousyhteiskunta edellyttää myös merkittäviä investointeja ja resursseja. Suomen ollessa pieni maa, jossa toimijakenttä on laaja ja pirstaleinen, voi resurssien riittävyys nousta aiheellisesti epäilyn aiheeksi. Suomalaiset toimijat ovat siitä huolimatta onnistuneet hyödyntämään teknologiaa uudella tavalla ja erityisesti energia-alan datan hyödyntämisessä ollaan monia suurempia maita edellä.

Kiertotaloutta varten energia-alan tulisi muuttua vielä entistä avoimemmaksi, vuorovaikutteisemmaksi ja asiakaslähtöisemmäksi. Alustatalouden edistämisessä ja kumppanuuksien luomisessa monet energia-alan toimijat ovat vähintäänkin tunnistaneet kehitystarpeen, mutta potentiaalia on vielä merkittävästi laajempiin yhteistyömalleihin ja uudenlaiseen liiketoimintaan.

## 4. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kiertotalous on talousmalli, jossa tuotteita korvataan palveluilla, resursseja jaetaan uusilla tehokkaammilla tavoilla ja jossa toiminta perustuu vahvasti arvoverkkoihin. Toimiva kiertotalousjärjestelmä edellyttää toimialojen ja toimijoiden entistä tiiviimpää yhteistyötä ja kytkentää toisiinsa. Tässä energia-ala toimii osana muiden toimialojen kiertotalousmalleja ja on kiertotalousyhteiskunnan mahdollistaja.

Tämän selvityksen tavoitteena oli pohtia ja kuvata kiertotaloutta energia-alalla ja energia-alan roolia kiertotalouden mahdollistajana sekä tunnistaa ja jäsennellä kiertotalouden esteitä energia-alalla.

Energia-ala on murroksessa, mikä näkyy erityisesti energiantuotannon tuotantorakenteen muutoksena ja siirtymisenä kohti hajautetumpaa ja vaihtelevampaa uusiutuvaa tuotantoa. Muutosvoimien taustalla on ennen kaikkea ilmasto-, ympäristö- ja kestävyysaasteet mutta myös yleisemmin kaupungistuminen, teknologinen kehitys ja digitalisaatio, tiedon laajamittainen saatavuus ja hyödyntäminen sekä energiajärjestelmien sektorikytkentä.

Energia-alalla on tärkeä rooli kiertotalousyhteiskunnassa ja sen mahdollistamisessa. Tähän rooliin liittyen selvityksessä tunnistettiin seuraavat kiertotalouden mahdollistamisen osa-alueet ja keinot:

- Systeemitason optimointi. Systeemitason ja suurempien kokonaisuuksien optimointi on yksi kiertotalouden keskeisimmistä periaatteista. Esimerkkejä energia-alan sisäisistä onnistuneista systeemitason ratkaisuista on jo monia, kuten sähkön ja lämmön kulutusjousto. Tulevaisuudessa systeemitason optimointi tulisi ulottaa entistä enemmän yli toimialarajojen.
- Uudet teknologiat. Energia-alan teknologinen kehitys on ollut nopeaa erityisesti tuotanto- ja varastointiteknologioiden osalta. Energia-alalla ollaan ottamassa käyttöön laajamittaisesti myös muilla toimialoilla kehitettyjä uusia teknologioita, kuten IoT-ratkaisut ja data-analytiikka. Yhdistämällä näitä eri toimialoilla kehitettyjä teknologioita on mahdollista luoda uusia innovatiivisia kiertotalouden konsepteja.
- Osaaminen ja toimintamallit. Koko elinkaaren kattavalla omaisuudenhallinnalla energiasektori pystyy tukemaan kiertotalousyhteiskuntaa varmistamalla yhdyskunnan kannalta kriittisen teknologian toiminnan ja kustannustehokkuuden. Infrastruktuuritoimialojen yhteistoiminnalla kiertotalouden toteutumista ja hyötyjä voidaan edelleen laajentaa.
- Omistajuus- ja liiketoimintamallit. Kiertotalousperiaatteiden mukaiset liiketoimintamallit näkyvät siirtymisenä kohti palvelu- ja alustataloutta, joissa tuotteiden asemesta ostetaan ja myydään palveluja, kuten energia palveluna -liiketoimintamallissa.
- Kumppanuudet ja yhteistyö. Kiertotalous on liiketoimintaa, jossa useat toimialat liittyvät toisiinsa ja tekevät asioita mahdollisiksi. Kumppanuudet ja toimijoiden välinen yhteistyö ovat kiertotalouden edistämisen keskeisiä periaatteita. Tässä energia-alalla on keskeinen rooli.
- Tiedon hyödyntäminen. Tiedolla ja sen avoimella jakamisella on erittäin keskeinen rooli kiertotalouden mahdollistajana. Systeemitason optimointi perustuu laaja-alaiseen tietoon ja sen monipuoliseen hyödyntämiseen yli toimialarajojen.

Kiertotalous on liiketoimintaa siinä missä mikä tahansa muu liiketoiminta. Tämän vuoksi tavoitteet, strategiat ja liiketoiminnan suunnittelu sekä omistajaohjaus ovat tärkeä osa kiertotaloutta. Laajamittainen, aito kiertotalous ei voi kuitenkaan toteutua, mikäli toimijat tekevät päätöksiä täysin itsenäisesti ja vain omista lähtökohdistaan. Selvityksessä tunnistettiin myös monia muita kiertotalouden esteitä energia-alalla:

- Sääntely, joka pitää sisällään muun muassa lainsäädännön, regulaation, lupamenettelyt, kaavoituksen, verotuksen ja erilaiset tukimekanismit sekä poliittisiin ohjauskeinoihin liittyvän epävarmuuden. Sääntelyn vaikutukset ovat niin suoria kuin välillisiä.
- Osaaminen ja kompetenssit, jotka mahdollistavat kiertotaloutta mahdollistavien uusien teknologioiden ja digitaalisten työkalujen käytön. Osaamisen puute voi liittyä myös toimimiseen osana laajempaa arvoverkostoa tai ekosysteemiä.
- Energia-alan toimijoiden sisäisiä esteitä kiertotaloudelle voivat olla muun muassa liiketoimintojen siiloutuminen sekä järjestelmiin, prosesseihin ja toimintatapoihin liittyvät rajoitteet sekä kyky muuttaa omaa toimintaa.
- Toimijoiden välisen yhteistyön esteet voivat liittyä niin yhteistyömahdollisuuksien ja yhteistyökumppanien löytämiseen kuin resurssien rajallisuuteen ja käytännön osaamiseen toimivista yhteistyömalleista.
- Tiedon saatavuuteen, keräämiseen, analysointiin ja hyödyntämiseen liittyvä este voi olla osaamisen puute siitä, mikä tieto on olennaista, mitä tietoa on saatavilla yrityksen sisältä tai muilta toimijoilta ja miten tätä tietoa voitaisiin hyödyntää kiertotalouden mukaisissa uusissa liiketoimintamalleissa.
- Resursseihin liittyvät haasteet ovat sitä yleisempiä, mitä pienemmistä toimijoista on kysymys. Resurssihaasteet voivat olla energia-alalla niin taloudellisia ja henkilöstöresursseihin liittyviä kuin raaka-aineiden saatavuuteen liittyviä.

#### *Suosituksat energia-alan toimijoille ja sidosryhmille*

Kiertotalouden edistämiseksi tarvitaan toimialojen tiivistä yhteistyötä sekä ennen kaikkea yhteistä ymmärrystä ja visiota kiertotalouden välttämättömyydestä tulevaisuuden yhteiskuntarakenteen pohjana. Selvityksen perusteella voidaan nostaa esille eri toimijoille seuraavia mahdollisuuksia kiertotalouden edistämiseksi erityisesti energia-alan näkökulmasta:

- Energia-alan toimijat
  - Yhteistyömallien ja verkostomaisen toimintatavan kehittäminen edelleen, aktiivinen rooli verkostojen muodostumisen ja toiminnan edistäjänä
  - Oman roolin ja merkityksen tunnistaminen muiden toimialojen kiertotalouden ja hiilineutraaliuden edistäjänä
  - Kiertotalouden tuominen yhtiön strategian ja liiketoiminnan ytimeen
  - Avoimuuden, vuorovaikutteisuuden ja asiakaslähtöisyyden edistäminen edelleen
- Teollisuussektorit, palvelusektori
  - Yhteistyön ja verkostomallien kehittäminen energia-alan ja muiden toimialojen toimijoiden kanssa, tavoitteena suurempien kokonaisuuksien optimointi
  - Tiedon jakaminen entistä avoimemmin
- Kaupungit ja kunnat
  - Kiertotalouden merkityksen tunnistaminen ja kiertotalouden ja siihen liittyvien energianäkökulmien tuominen keskeiseksi toimintaa ohjaavaksi tekijäksi
  - Verkostomaisen toiminnan edistäminen omassa toiminnassa ja alueen toimijoiden välillä
  - Aluesuunnittelussa ja kaavoituksessa laaja osallistaminen ja kiertotalouden tavoitteiden edistäminen ja tuominen keskeiseksi kaavoitusta ohjaavaksi tekijäksi, joustavuuden lisääminen kaavoituksessa
  - Resurssien varmistaminen kiertotalouden edistämiseen päätöksenteossa

- Lainsäätäjät ja kansalliset päättäjät
  - Kiertotalouden yhteiskunnallisen vision selkeyttäminen sekä energian roolin määrittely osana kiertotalousyhteiskuntaa ja tätä tukevan sääntelyn periaatteiden kirkastaminen
  - Resurssien varmistaminen ja kiertotalousosaamisen lisääminen lainsäädännön valmistelussa
  - Eri toimijoiden yhteistyön ja verkostojen toiminnan tukeminen kiertotalouden edistämiseksi
  - Kiertotalouteen kannustava verotus, esimerkiksi hyödyntämään ensisijaisesti kierrätettävät energialähteet, sekä yhteiskunnan sähköistymisen tarpeen tunnistaminen

Energia on tuotannon tekijä – ei itsessään lopputuote. Näin se on myös luontaisesti kiertotalouden mahdollistaja muilla toimialoilla sekä laajemmin koko yhteiskunnassa. Kiertotalouden mahdollisuuksien hyödyntäminen edellyttää energia-alaa olemaan rohkea ja investoimaan uusille, ehkä tuntemattomille aloille.

## LÄHTEET

Business Finland. 2018. Otaniemeen syntyy ainutlaatuinen älykkään energian testialusta [verkkoaineisto]. [Viitattu 25.9.2019]. Saatavissa:

<https://www.businessfinland.fi/ajankohtaista/uutiset/2018/otaniemeen-synty-ainutlaatuinen-alykkaan-energian-testialusta/>

Energiateollisuus ry. 2019. Kiertotalouden nykytila energia-alalla. Energia-alan kiertotalouden nykytilakartoitus 2019, IROResearch [verkkoaineisto]. [Viitattu 24.10.2019].

Saatavissa: [https://energia.fi/files/4057/Tiivistelma\\_Energia-alan\\_kiertotalouden\\_nykytilaselvitys\\_2019.pdf](https://energia.fi/files/4057/Tiivistelma_Energia-alan_kiertotalouden_nykytilaselvitys_2019.pdf)

Energiauutiset. 2019. Voimalaitosten uusi elämä [verkkoaineisto]. [Viitattu 11.9.2019].

Saatavissa: <https://www.energiuutiset.fi/etusivu/voimalaitosten-uusi-elama.html>

EnerKey Energia Solutions Oy. 2019. EnerKey - Sustainability and Savings

[verkkoaineisto]. [Viitattu 4.10.2019]. Saatavissa: <https://www.enerkey.com/fi/yritys/>

Euroopan Komissio. 2017. Critical raw materials and the circular economy - Background report. [verkkoaineisto]. [Viitattu 18.9.2019]. Saatavissa:

[https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108710/jrc108710-pdf-21-12-2017\\_final.pdf](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108710/jrc108710-pdf-21-12-2017_final.pdf)

Euroopan komissio. 2018. Komission tiedonanto. Puhdas maapallo kaikille.

Eurooppalainen visio kukoistavasta, nykyaikaisesta, kilpailukykyisestä ja ilmastoneutraalista taloudesta. COM (2018) 773 final [verkkoaineisto]. [Viitattu 25.9.2019].

Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0773&from=EN>

Fingrid Oyj. 2019. Fingrid Avoin data [verkkoaineisto]. [Viitattu 3.10.2019]. Saatavissa:

<https://www.fingrid.fi/palvelut/sahkomarkkinainformaatio/fingrid-avoin-data/>

Fortum Oyj. 2018. Fortum offers Elenia an electricity battery pack service [verkkoaineisto].

[Viitattu 24.9.2019]. Saatavissa: <https://www.fortum.com/media/2018/06/fortum-offers-elenia-electricity-battery-pack-service>

Fortum Oyj. 2019. Fortum Spring. Building a Virtual Battery With Our Customers

[verkkoaineisto]. [Viitattu 24.9.2019]. Saatavissa: <https://www.fortum.com/products-and-services/smart-energy-solutions/virtual-battery-spring>

Helen Oy. 2018. Jättimäinen luolalämpövarasto toteutetaan Helsingin Mustikkamaalle

[verkkoaineisto]. [Viitattu 25.9.2019]. Saatavissa:

[https://www.helen.fi/uutiset/2018/mustikkamaa\\_toteutus](https://www.helen.fi/uutiset/2018/mustikkamaa_toteutus)

LeaseGreen Group Oy. 2019. Vuosikertomus 2018 [verkkoaineisto]. [Viitattu 25.9.2019].

Saatavissa: [https://leasegreen.com/fi/wp-content/uploads/sites/2/2019/09/LeaseGreen\\_vuosikertomus\\_2019-web.pdf](https://leasegreen.com/fi/wp-content/uploads/sites/2/2019/09/LeaseGreen_vuosikertomus_2019-web.pdf)

LUT. 2019. Blue Electricity [verkkoaineisto]. [Viitattu 23.10.2019]. Saatavissa:

<https://www.lut.fi/web/en/blue-electricity>

MDI. 2019. Suomessa on 20 vuoden kuluttua vain kolme kasvavaa kaupunkiseutua.

Kooste kymmenen kaupunkiseudun väestönkehityksestä vuoteen 2040 [verkkoaineisto]. [Viitattu 25.9.2019]. Saatavissa:

[https://www.mdi.fi/content/uploads/2019/02/220219\\_vaestoennuste\\_yhteenvedo.pdf](https://www.mdi.fi/content/uploads/2019/02/220219_vaestoennuste_yhteenvedo.pdf)

Nivos Energia Oy. 2019. Palopuron Biokaasu [verkkoaineisto]. [Viitattu 24.9.2019]. Saatavissa: <https://www.nivos.fi/biokaasu/palopuron-biokaasu/palopuron-biokaasu>

Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. 2019. PKS ja Lännen Omavoima Priima-yhteistyöhön sähkön myynnissä [verkkoaineisto]. [Viitattu 11.9.2019]. Saatavissa: <https://pks.fi/uutiset/pks-ja-lannen-omavoima-priima-yhteistyohon-sahkon-myyynnissa/>

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2019. Kujalan jätekeskus [verkkoaineisto]. [Viitattu 25.9.2019]. Saatavissa: <https://www.phj.fi/yritysinfo/kujalan-jatekeskus/>

Talouselämä. 2019. Monelle tuntematon yhtiö tekee energiaa kuin suurvoimala ja nappasi Esko Ahon hallituksen johtoon – bisnes edellyttää syviä taskuja [verkkoaineisto]. [Viitattu 25.9.2019]. Saatavissa: <https://www.talouselama.fi/uutiset/monelle-tuntematon-yhtio-tekee-energiaa-kuin-suurvoimala-ja-nappasi-esko-ahon-hallituksen-johtoon-bisnes-edellyttaa-syvia-taskuja/328da5e4-8d5a-4ec2-8021-0a0d8c285fcb>

TuuliWatti Oy. 2019. TuuliWatti rakentaa jättiakun Viinamäen tuulipuistoon [verkkoaineisto]. [Viitattu 11.9.2019]. Saatavissa: <http://www.tuuliwatti.fi/tiedotteet/tuuliwatti-rakentaa-jattiakun-viinamaen-tuulipuistoon>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2018a. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia. 33/2018. Joustava ja asiakaskeskeinen sähköjärjestelmä. Älyverkkotyöryhmän loppuraportti [verkkoaineisto]. [Viitattu 4.10.2019]. Saatavissa: [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161119/TEM\\_33\\_2018.pdf](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161119/TEM_33_2018.pdf)

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2018b. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia. 43/2018. Sähkönsiirtohinnot ja toimitusvarmuus [verkkoaineisto]. [Viitattu 12.9.2019]. Saatavissa: [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161178/43\\_18\\_Sahkonsiirtohinnot\\_ ja\\_toimintavarmuus.pdf](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161178/43_18_Sahkonsiirtohinnot_ja_toimintavarmuus.pdf)

United Nations. 2018. 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN [verkkoaineisto]. [Viitattu 25.9.2019]. Saatavissa: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>





---

ÅF Pöyry is a leading international engineering, design and advisory services company. We have more than 16,000 experts globally, creating sustainable solutions for the next generation.

Pöyry Management Consulting provides leading-edge consulting and advisory services covering the whole value chain in energy, forest and bio-based industries. Our energy practice is the leading provider of strategic, commercial, regulatory and policy advice to European energy markets. Our energy team of over 250 specialists offers unparalleled expertise in the rapidly changing energy markets across Europe, the Middle East, Asia, Africa and the Americas.



**Pöyry Management Consulting Oy**

Jaakonkatu 3  
01621 Vantaa  
Finland

[www.poyry.com](http://www.poyry.com)

