

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja • Yritykset • 2022:66

Kiertotalouden digitalisaatio ja ekosysteemit

Nykytila, tavoitearkkitehtuuri ja toimenpiteet



Työ- ja elinkeinoministeriö
Arbets- och näringsministeriet

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2022:66

Kiertotalouden digitalisaatio ja ekosysteemit

Nykytila, tavoitearkkitehtuuri
ja toimenpiteet

Motiva Services Oy, Accenture Oy, Gaia Consulting Oy, Solita Oy

Työ- ja elinkeinoministeriö Helsinki 2022

Julkaisujen jakelu

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-
arkivet Valto

julkaisut.valtioneuvosto.fi

Julkaisumyynti

Beställningar av publikationer

**Valtioneuvoston
verkkokirjakauppa**

Statsrådets
nätbokhandel

vnjulkaisumyynti.fi

Työ- ja elinkeinoministeriö

This publication is copyrighted. You may download, display and print it for Your own personal use.

Commercial use is prohibited.

ISBN pdf: 978-952-327-989-6

ISSN pdf: 1797-3562

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2022

Kiertotalouden digitalisaatio ja ekosysteemit Nykytila, tavoitearkkitehtuuri ja toimenpiteet

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2022:66	Teema	Yritykset
Julkaisija	Työ- ja elinkeinoministeriö	
Yhteisötekijä	Motiva Services Oy, Accenture Oy, Gaia Consulting Oy, Solita Oy	
Kieli	suomi	Sivumäärä 96

Tiivistelmä

Kiertotalous vaatii toimiakseen materiaali- ja tuotetiedon jakamista yritysten ja organisaatioiden välillä sekä kuluttajien kanssa yli toimialarajojen. Havaitut esteet kiertotalouden digitalisaatiolle olivat järjestelmien hajanaisuus, standardoidun datan puute ja luottamuksen ja läpinäkyvyyden puutteen aiheuttamat ongelmat. Pohjalla on kiertotalouden periaatteiden ja digitaalisten ratkaisujen yhdistämisen osaamisvajе. Selvitystyössä ei löytynyt vielä olemassa olevia tehokkaita tapoja kerätä, hallita, jakaa ja hyödyntää kiertotalouden dataa päätöksenteon tueksi.

Selvityksen toimenpidesuosituksset koostuvat viiteen eri teemaan jakautuvasta suosituksesta. Koordinaatiota, sääntelyä ja rahoitusta käsittelevässä osiossa suositellaan itseopiskeluun soveltuvien koulutusalojen rakentamista, parhaiden käytäntöjen oppaan kokoamista ja poikkiteollisuutta korostavaa koulutuspolittia.

Lisäksi suositellaan laadittavaksi kiertotalouden standardoitu käsitellisto, rajapintamallit ja yhtenäiset kuvaukset. Voimme luoda kiertotalouden digitalisaation avulla vientikelpoisia digitaalisia palveluita. Täysin uudenaikaisena avauksena esitetään kiertoaluetta, jotka kokoavat toimijat yhteisen pöydän ääreen.

Asiasanat	yritykset, elinkeinot, kiertotalous, digitalisaatio		
ISBN PDF	978-952-327-989-6	ISSN PDF	1797-3562
Julkaisun osoite	https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-989-6		

Digitalisering och ekosystem inom cirkulär ekonomi Nuläge, målarkitektur och åtgärder

Arbets- och näringsministeriets publikationer 2022:66	Tema	Företag
Utgivare	Arbets- och näringsministeriet	
Utarbetad av	Motiva Services Oy, Accenture Oy, Gaia Consulting Oy, Solita Oy	
Språk	finska	Sidantal 96

Referat

En fungerande cirkulär ekonomi kräver att material- och produktinformation delas mellan företag, organisationer och konsumenter över branschgränserna. De hinder för digitaliseringen av cirkulär ekonomi som iaktogs var splittrade system, avsaknad av standardiserade data samt problem till följd av bristande förtroende och transparens. Orsaken är kompetensbrist i fråga om samordningen av principerna för cirkulär ekonomi och digitala lösningar. I utredningen identifierades ännu inga effektiva sätt att samla, distribuera och utnyttja data om den cirkulära ekonomin som stöd för beslutsfattandet.

Åtgärdsrekommendationerna i utredningen är uppdelade enligt fem teman. I den del som behandlar samordning, reglering och finansiering rekommenderas att man bygger utbildningsplattformar som lämpar sig för självstudier, sammanställer anvisningar för bästa praxis och genomför ett pilotförsök för utbildning som betonar tvärvetenskaplighet.

Dessutom rekommenderas att man sammanställer en standardiserad begreppsmodell för cirkulär ekonomi, modeller för gränssnitt och gemensamma beskrivningar. Genom digitaliseringen av cirkulär ekonomi kan vi skapa digitala tjänster som kan exporteras. Ett helt nytt förslag är cirkulära hubbar, som samlar olika aktörer kring samma bord.

Nyckelord företag, näringsgrenar, cirkulär ekonomi, digitalisering

ISBN PDF 978-952-327-989-6 **ISSN PDF** 1797-3562

URN-adress <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-989-6>

Digitalisation and Ecosystems of the Circular Economy Current State, Target Architecture and Measures

Publications of the Ministry of Economic Affairs and Employment 2022:66	Subject	Enterprises
Publisher	Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland	

Group author	Motiva Services Oy, Accenture Oy, Gaia Consulting Oy, Solita Oy	
Language	Finnish	Pages 96

Abstract

The functional circular economy requires that companies and organisations share material and product information between themselves and with consumers across sectoral boundaries. The obstacles for the digitalisation of the circular economy identified in the report were fragmentation of systems, absence of standardised data and problems caused by a lack of trust and transparency. These are caused by a skills shortage in combining the principles of the circular economy with digital solutions. The report was not able to discover any existing, effective ways to collect, manage, share and utilise circular economy data to support decision-making.

The recommended measures in the report are divided into five topics. The section on coordination, regulation and funding recommends the creation of training platforms suitable for independent study, the compilation of a guide on best practices and a training pilot highlighting a cross-disciplinary approach.

It is also recommended that standardised concept models, interface models and uniform descriptions be drawn up for the circular economy. The digitalisation of the circular economy can help create exportable digital services. As a new idea, the report proposes circular hubs that would gather operators together around the same table.

Keywords	enterprises, means of livelihood, circular economy, digitalisation		
-----------------	--	--	--

ISBN PDF	978-952-327-989-6	ISSN PDF	1797-3562
-----------------	-------------------	-----------------	-----------

URN address	https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-989-6		
--------------------	---	--	--

Sisältö

Esipuhe – Kiertotalous uudistaa ja yhdistää	8
1 Yhteenveto	9
2 Kiertotalouden digitalisaation tilannekuva	13
2.1 Kiertotalouden arvонуonti ja markkinat	14
2.1.1 Kiertotalouden muutosvoimat	14
2.1.2 Kiertotalouden arvонуonti ja liiketoimintamallit	16
2.2 Julkisen sektorin rooli kierrotalouden ja digitalisaation rajapinnalla	20
2.3 Kiertotalouden ekosysteemit ja hautomot	22
2.3.1 Kiertotalouden ekosysteemit toiminnan nykytila Suomessa	22
2.3.2 Kiertotalouden digitaalisten ratkaisujen hyödyntämisen haasteet	24
2.3.3 Digitalisaation lisäarvo kierrotalouden ekosysteemi- ja hautomotoimintaan	25
2.4 Digitaaliset teknologiat ja data kierrotaloudessa	27
2.4.1 Uudet digitaaliset teknologiat kierrotaloudessa	29
2.4.2 Digitalisaatio mahdollistajana – datan rooli kierrotaloudessa	33
2.4.3 Digitalisaatioon ja dataan hajautuneisuuteen liittyviä ongelmia	37
2.4.4 Digitaalisten ratkaisujen ja datan hyödyntämiseen vaikuttavat tekijät	38
2.4.5 Datan jakamisen ja hyödyntämisen edellytykset	39
2.4.6 Miten datan hyödyntämistä voidaan edistää?	40
2.4.7 Digitaaliset alustat ja työkalut kierrotaloudessa	43
2.5 Analyysi ja johtopäätökset	46
2.5.1 Suomella potentiaalia kierrotalouden digitalisaation kärkimaaksi	46
2.5.2 Digitalisaation tuoma lisäarvo yritysten kierrotalousliiketoimintaan	47
2.5.3 Julkisen sektorin rooli kierrotalouden digitalisaation vauhdittamisessa	48
2.5.4 Datan hyödyntämistä varjostaa standardien puute ja luottamuspula	48
2.5.5 Digitalisaatio on hyvä renki – asiakaslähtöisyydellä luodaan kilpailuetua	49
2.5.6 Kiertotalouden ekosysteemien ja hautomoiden digitalisaation nykytilanne Suomessa ja Pohjoismaissa	49
2.5.7 Ohjenuorat tavoitetilaan	50
3 Kiertotalouden tavoitearkkitehtuuri	52
3.1 Tavoitearkkitehtuurin suunnittelua ohjaavat periaatteet	53
3.2 Tietomallien kehittäminen kansainvälisessä yhteistyössä	57
3.3 Ehdotettu kierrotalouden tavoitearkkitehtuuri	58
3.4 Tarkempi kuvaus tavoitearkkitehtuurin mukaisesta ratkaisusta	60
3.5 Tavoitearkkitehtuurin aiheuttamat muutokset verrattuna nykytilaan	63

4	Toimenpidesuosituksset	64
4.1	Toimenpidesuositusten tiekartta	64
4.2	Kansallinen kehityshankkeiden koordinaatio, rahoitusmallien kehitys ja sääntely	65
4.3	Osaaminen ja kyvykkyydet vahvistamaan toimialojen rajapintoja	69
4.4	Tiedon yhtenäistäminen ja käsiteltävyys	71
4.5	Tavoitearkkitehtuurin kokeilut ja skaalaus	72
4.6	Kiertohubit ratkaisemaan käytännön haasteita.....	76
5	Sanasto	78
	Liite: Kiertotalouden toteutumisen skenaariot	80
	Skenaario A – Iso Globaali	80
	Skenaario B – Julkinen veturi	83
	Skenaario C – Yritysten dataklubit	86
	Skenaario D – Käyttöarvo vertaisvaihdannassa	89
	Lähteet	92

ESIPUHE – KIERTOTALOUS UUDISTAA JA YHDISTÄÄ

Hallitusohjelman mukainen poikkihallinnollinen, strateginen kiertotalouden edistämisohjelma julkaistiin tammikuussa ja valtioneuvoston periaatepäätös huhtikuussa 2021. Ohjelman päätavoitteet liittyvät vahvasti luonnonvarojen ylikulutuksen hillintään ja kierrätysasteen nostoon. Tämä selvitys käynnisti periaatepäätöksen toimenpiteet kiertotalouden digitalisaation edistämiseksi. Ohjelman valmistelutyön sidosryhmäyhteistyössä pohdittiin askelmerkkejä, mitä läpinäkyvän, turvallisen ja luotettavan, mutta samalla avoimia rajapintoja tarvitsevan, dataa ja tietoa välittävän alustaverkon rakentamiseksi tarvittaisiin. Moni haaste on yhteinen yleisten digitalisaatiohankkeiden kanssa, ja kiertotalouden toiminta voisi olla hyvä esimerkki datatalouden ja tekoälyn tarpeellisesta hyödyntämisestä.

Tämän selvityshankinnan tavoitteena oli rakentaa pohjaa kiertotalouden digitalisaation ja hautomotoiminnan kehittämisen jatkotyölle. Nämä kaksi näkökulmaa haluttiin samaan selvitykseen, koska datan luonti ja digitalisaation hyödynnys tulisi olla mukana suunnittelun osana liiketoiminta-ajatuksen kehittelystä asti. Eikä vain kiertotalousyritysten vaan ajattelun muutos tarvita kaikessa liiketoiminnassa, jotta saamme aikaan systeemistä muutosta ohjelman tavoitteiden mukaisesti.

Kiertotalous tarvitsee edetäkseen digitalisaatiota ja uudenlaista yhteistyötä. Nämä ovat yhteisiä tunnusmerkkejä yritysten uudistumisen ja kilpailukyvyn yleistenkin vaatimusten kanssa. Pohja on tehty, nyt tarvitaan konkreettisia seuraavia vaiheita.

Kiitokset työryhmälle ja ohjausryhmälle arvokkaasta panoksesta.

Sampsa Nissinen
Teollisuusneuvos

Työ- ja elinkeinoministeriö
Joulukuu 2022

1 Yhteenveto

Kiertotalous vaatii toimiakseen materiaali- ja tuotetiedon jakamista yritysten ja organisaatioiden välillä sekä kuluttajien kanssa yli toimialarajojen. Tämä julkaisu kuvaa millaisia digitalisaatiota edistäviä toimenpiteitä kiertotalouden vauhdittaminen tarvitsee.

Työ tukee strategisen kiertotalouden edistämishjelman (Uusi suunta -raportti 13.1.2021) ja ohjelmassa muotoillun valtioneuvoston periaatepäätöksen (Valtioneuvoston periaatepäätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta, 8.4.2021) toimeenpanoa.

Kiertotalouden ekosysteemien ja digitalisaation tilannekuva

Kiertotalous, digitalisaatio ja erityisesti näiden yhdistäminen ovat vasta alkuvaiheessa. Digitalisaatiota hyödyntäviä kiertotalousratkaisuja on jo markkinoilla, kuten kierrätysverkkoja, teollisuuden ennakoivia huoltopalveluita sekä yhteiskäyttöautoja, mutta niiden toiminnan mittakaavassa ja vaikuttavuudessa on paljon kehittypotentiaalia.

Hankkeessa analysoitiin digitalisaation merkitystä kiertotalouden kehittymiselle. Nykylannetta tarkasteltaessa keskeiset esteet kiertotalouden digitalisaatiolle olivat datan ja järjestelmien hajanaisuus, standardoidun datan puute, luottamuksen ja datan läpinäkyvyyden puutteen aiheuttamat ongelmat sekä osaamisvaje liittyen kiertotalouden periaatteiden ja digitaalisten ratkaisujen yhdistämiseen.

Suomessa on vahvaa kiertotalouden ja digitalisaation osaamista, mutta molemmat osat alueet hallitsevien osaajien puute näkyy teemojen kehitysnopeudessa: vuoropuhelu teemojen osaajien välillä on vähäistä. Haastattelujen mukaan yritykset tarvitsevat julkiselta sektorilta digitalisaation ja kiertotalouden yhdistäviä toimia ylikansalliselta tasolta kuntatasolle saakka. Esimerkiksi tukea kaivataan kiertotalouden yhteiskehittämisen fasilitointiin sekä vientimarkkinoiden kartoittamiseen.

Kiertotalouden ratkaisut kehittyvät vielä heikosti skaalautuvaan kiertotalousliiketoimintaan, koska yritysten ja toimialojen yhteistyö on vielä vähäistä ja siiloutunutta. Teollisen mittakaavan kiertotalous ja tuotteiden arvon säilyminen edellyttävät samaa ennustettavuutta tuotantotekijöistä (materiaalit, palvelut, logistiikka) kuin perinteisissä toimitusketjuissa, ja tämän saavuttaminen siiloutuneissa kiertotalousmalleissa on vaikeaa.

Ratkaisuissa tulee näkyä kokonaisvaltainen ymmärrys kiertotalouden ja digitalisaation yhdistämisestä kannattavaan liiketoimintaan.

Erityisesti digitalisaation osalta jarruttavia tekijöitä ovat mm. liiketoimintamalleihin, tiedon omistukseen, tietojen jakamiseen, tietojen integrointiin, yhteistyöhön ja osaamisvaatimukseen liittyvät kysymykset. Toimialakohtaiset erovaisuudet ovat merkittäviä datan jakamiseen liittyen. Esimerkkinä ohjaavasta toimesta finanssisektorilla datakäytäntöjä on yhdistetty säädösten pakottamana.

Luottamukseen sekä henkilö- ja toimijasuhteisiin pohjautuvien haasteiden lisäksi nykytilaa tarkasteltaessa tunnistettiin myös teknisesti ratkaistavissa olevia ongelmia. Esimerkiksi käytössä oleva data ei ole standardoitua ja osin tämän vuoksi sitä on vaikea yhdistää käsiteltäväksi. Myös yhteisten alustakäytäntöjen puute vaikeuttaa kiertotalouden toteutumista.

Kiertotalouden edistäminen lainsäädännön ja kannustimien avulla kansallisella tai EU-tasolla voi olla merkittävä tekijä luottamukseen ja tekniseen toteutukseen liittyvien haasteiden ratkaisussa. Lainsäädäntö ja kannustimet voivat tukea datan jakamiseen perustuvien ekosysteemien syntyä sekä oikein sovellettuina yhdistää eri toimialoja yhteisiin kiertotalouden mahdollisuuksiin (esim. rakennusteollisuus ja kemianteollisuus).

Nykytilannetta tarkasteltaessa esille nousseista haasteista huolimatta Suomella on edellytyksiä nousta kiertotalouden ja digitaaliset innovaatiot yhdistävien maiden kärkijoukkoon. Ilmapiiri innovaatiotoiminnalle sekä suhtautuminen kiertotalouteen ja digitalisaatioon Suomessa on positiivinen. Toimia suunniteltaessa ja toteutettaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota toiminnan asiakas- ja käyttäjälähtöisyyteen.

Kiertotalouden tavoitearkkitehtuuri

Yhteinen tavoitearkkitehtuuri ja tietomalli tarvitaan, jotta vältetään toimialojen ja yritysten siiloutuminen sekä voidaan huolehtia kiertoon tulevan materiaalin ja tuotteiden optimaalisesta arvon säilymisestä.

Selvitystyössä ei löytynyt olemassa olevia tehokkaita tapoja kerätä, hallita, jakaa ja hyödyntää kiertotalouden dataa päätöksenteon tueksi organisaatioiden sisällä tai organisaatioiden välillä. Tietomallin merkitys nousi toistuvasti esille: tarvitaan riittävän yhtenäinen tietomalli varmistamaan toimijoiden välinen luottamus ja ymmärrys käsiteltävistä [tai: kyseessä olevista] tuotteista, palveluista ja materiaaleista. Lisäksi tarjottavien palvelujen käyttöliittymien tulee olla intuitiivisia. Kiertotalouden edistämiseksi palveluiden ja kyvykkyyksien hyödyntäminen tulee olla niin helppoa, ettei kiertotalouden toteuttaminen aiheuta suurta vaivaa yrityksille.

Selvityksessä määriteltiin tavoitearkkitehtuuri, joka yhdistää nykyisiä alustaratkaisuja. Tavoitearkkitehtuuri ei ole materiaali- tai toimiala- sidonnainen. Teknologisesti ehdotettu tavoitearkkitehtuuri on tulevaisuuteen nojaava: mallin etuja ovat muun muassa päivitettävyys ja toimintavarmuus. Hajautetussa arkkitehtuurissa yhden instanssin toimimattomuus ei estä kokonaisuuden toimintaa, jolloin toimintavarmuutta ylläpidetään kunkin ekosysteemin sisällä sekä ekosysteemien välillä. **Tavoitearkkitehtuuria kutsutaan Kiertopörsiksi** ja se on kuvattu tarkemmin luvussa 3.

Kiertopörssin yhteinen tietomalli ja tiedon siirto tulee rakentaa kansallisesti yhteensopivaksi ja mielellään yhteistyössä EU-tasolla. Tässä mielessä julkishallinnolla on merkittävä rooli kattavan ja yhtenäisen järjestelmän syntymisen kannalta. Pahimmillaan koordinaation puute voi johtaa useampaan alueelliseen datamalliin, jotka eivät ole yhteensopivia keskenään.

Kiertopörssiin kytkeytyy verkosto yritysten kauppapalvelu-sovelluksia, eri organisaatioiden ylläpitämiä kauppapaikkoja sekä julkisten toimijoiden avointa dataa ja julkisia rekistereitä. Kiertopörssi yhdistää eri lähteistä tulevat myynti-ilmoitukset, ostoilmoitukset ja logistiikkakumppanien tarjoaman. Palveluun voidaan yhdistää myös lakisääteiset ilmoitukset ja digitaalisten tuotekorttien yhteensovitetut toiminnat.

Kuvatun tavoitetilan hajautetun järjestelmän synty edellyttää tietomallien ja kauppapaikojen yhteensopivuuden kehittämistä, ekosysteemien kehityksen tukemista sekä uudenlaisia rahoituskäytäntöjä. Muutosten toteutuminen täysin markkinaehtoisesti on hidasta, joten julkiset kohdenneet kannustimet ovat tarpeen.

Toiminnassa olevien järjestelmien rinnalle ei kannata rakentaa uusia järjestelmiä. Eri toimijoita on mahdollista houkutella sitoutumaan kiertotaloutta edistävän tiedon tuottamiseen esimerkiksi niin, ettei heiltä vaadita uuden järjestelmän käyttöönottoa, vain kiertojen edellyttämän tiedon saattamista yhteentoimivaan muotoon.

Toimenpidesuosituksat kiertotalouden edistämiseksi

Selvityksessä esitetään kiertotalouden digitalisaation edistämiseen toimenpidesuosituksat, joilla pyritään poistamaan olemassa olevia pullonkauloja tai vahvistamaan toimien vaikuttavuutta toimintamalleja parantaen. Toimenpidesuosituksat koostuvat kahdestatoista, viiteen eri teemaan jakautuvasta, suosituksesta.

Koordinaatiota, sääntelyä ja rahoitusta käsittelevässä osiossa suositellaan kiinnittämään huomiota erityisesti eri toimien vaikuttavuuden kasvattamiseen. Tavoitteenasetanta tulee olla riittävän kunnianhimoista ja sen tulee edistää kiertotalouden digiratkaisujen käyttöönottoa yli organisaatio- ja toimialarajojen. Vaikuttavuutta lisätään myös kannustamalla

suurempien hankekokonaisuuksien rakentamiseen sekä hyödyntämällä olemassa olevia mekanismeja, kuten ekosysteemisopimuksia, entistä tehokkaammin.

Vaikuttavuuden kasvattaminen ja digitalisaation sekä kiertotalouden yhdistäminen ei onnistu ilman osaamistason nostoa. Toimenpiteiksi suositellaan itseopiskeluun soveltuvien koulutusalojen rakentamista, parhaiden käytäntöjen oppaan kokoamista ja poikkitieteellisyyttä korostavaa koulutuspilottia.

Datan hyödyntämistä ajatellen suositellaan laadittavaksi kiertotalouden standardoitu käsitelmälisto, rajapintamallit ja yhtenäiset kuvaukset. Suomi voi edelläkävijänä luoda kiertotalouden digitalisaation avulla vientikelpoisia digitaalisia palveluita.

Datamallien lisäksi tarvitaan käytännön työtä alustojen ja uusien teknologioiden käyttöönottoon. Selvityksen pohjalta suositellaan toteuttamaan soveltuvuus selvityksiä Kiertopörssi-ratkaisusta tarkasti rajatuissa käyttökohteissa. Soveltuvuus selvitykset auttavat tunnistamaan tavoitetilan hajautetun ratkaisun liiketoiminnallisen arvon ja teknisen toteutuskelpoisuuden, sekä määrittelemään kiertotalouden digitaalisen infran keskeiset, yhteistä hyötyä palvelevat osat. Onnistuneiden selvitysten pohjalta voidaan edetä teollisen mittakaavan toteutuksiin.

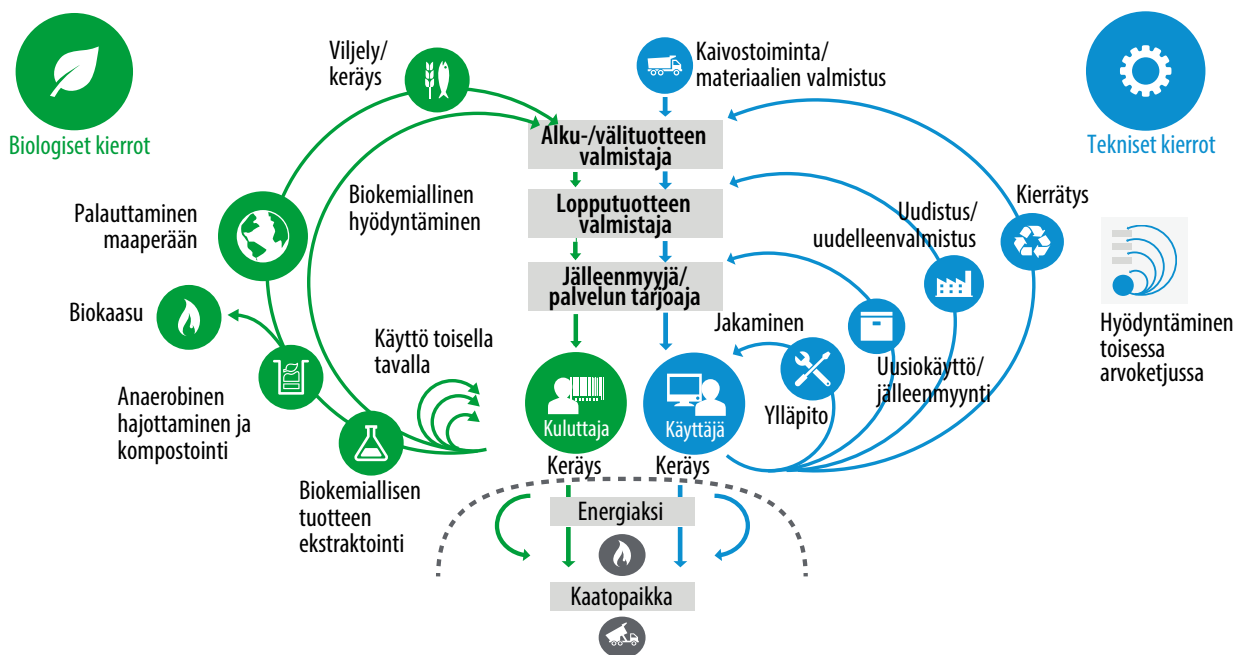
Selvityksessä tunnistettiin myös tarve kiertotalouden ja digitalisaation yhdistävälle tietojen ja koulutusaloille. Täysin uudenaikaisena avauksena esitetään kiertohubeja, joiden soveltamisella voidaan esimerkiksi ratkaista monimutkaisia kiertotalouteen liittyviä ongelmia sekä mahdollistaa kiertotalouden toteutuminen myös hajanaisissa materiaali- tai energiavirroissa. Kiertohubitoiminta on uudenaikainen lähestymistapa, joka kokoaa rakentamisen puolelta tutumman allianssin omaisesti kiertotalouden toimijat yhteisen pöydän ääreen. Selvityksessä esitetään kiertohubien yhteisten pelisääntöjen kehittämistä kiertotalouden osaamiskeskuksen tai vastaavan toimijan toimesta.

2 Kiertotalouden digitalisaation tilannekuva

Kiertotaloutta voidaan havainnollistaa Ellen MacArthur Foundationin laatiman kuvan 1 avulla, joka kuvaa keinoja säilyttää tuotteet ja materiaalit sekä niiden arvo kierrossa: arvo säilyy kiertotalouden sisäkehillä. Sisäkehiä korostava kiertotalous edellyttää kokonaisvaltaista muutosta liiketoimintamalleissa, asenteissa, lainsäädännössä ja taloudellisessa ohjauksessa. Digitalisaatiota voidaan ja kannattaa hyödyntää kiertotalouden toteuttamisessa: **raportissa pyritään kuvaamaan tietoon pohjautuvaa kiertotaloutta**. Raportissa keskitytään digitalisaatioon kiertotaloudessa, ja kiertotalouden nykytilannetta yleisesti on kuvattu laajemmin Uusi Suunta -raportissa. (Valtioneuvosto, 2021)

”Kiertotaloudessa materiaaleja hyödynnetään tehokkaasti ja kestävästi ja ne pysyvät kierrossa pitkään ja turvallisesti. Tuotteita myös jaetaan, vuokrataan, korjataan ja kierrätetään. Palvelullistaminen on osa kiertotaloutta. Kiertotalous on uusi talouden toimintatapa, joka tuottaa taloudellista hyvinvointia maapallon kantokyvyn rajoissa. Se hyödyntää digitalisaatiota tehokkaasti ja uudistaa yhteiskunnan rakenteita ja toimintamalleja. Kiertotalous on keino vähentää luonnonvarojen käyttöä.” (Valtioneuvosto, 2021)

Kuva 1. Kiertotalouden järjestelmäkaavio kuvaa biologisten ja teknisten materiaalien kiertoja ja niitä mahdollistavia toimintatapoja. (Valtioneuvosto, 2021)



2.1 Kiertotalouden arvonluonti ja markkinat

Kiertotalous muuttaa arvoketjuja kokonaisvaltaisesti. Liiketoimintamallien muutoksia kuvataan tarkemmin kappaleessa 2.1.2. Digitaaliset ratkaisut, yhdessä uusien kiertotalousajattelun esiin nostamien liiketoimintamallien kanssa, luovat arvoa myös asiakasnäkökulmasta. Esimerkiksi mitä pidempään palveluna tarjottu tuote tuo lisäarvoa asiakkaalle, sitä pidempään asiakas on valmis maksamaan palvelua tarjoavalle yritykselle (Valtioneuvosto, 2021)

Yrityksissä on herätty lainsäädännön asettamiin reunaehtoihin ja kuluttajien asettamiin vaatimuksiin vastuullisesta yritystoiminnasta. Monet yritykset ovat lähteneet mukaan vapaaehtoisesti ilmastonmuutoksen etenemisen vastaiseen työhön. Liiketoiminnassa on asetettu tavoitteita ja aloitettu toimenpiteet kohti nettonollapäästöjä. Glasgow'n ilmastokokouksessa solmituista nettonollasitoumuksista useat tulivat yhteenliittymiltä, joissa yksityiset yritykset olivat osallisina. Sitoumuksissa esitettyihin tavoitteisiin pääseminen edellyttää monia toimia, joista kiertotalouden voimakas lisääminen on yksi. (Bowcott, Pachtod & Pinner, 12.11.2021)

2.1.1 Kiertotalouden muutosvoimat

Kiertotalouteen liittyvän raaka-ainepotentiaalin ja arvonluonnin lisäksi uuden toimintamallin käyttöönottoa ohjaavat käytännön tasolla helpommin ymmärrettävät muutosvoimat. Voimat jakautuvat niin sanottuihin työntäviin ja vetäviin voimiin, joista molempia tarvitaan kiertotalouden edistämiseksi.

Kiertotalouden, ja yleisesti kestäväen kehityksen, tuomat edut on tunnustettu kansainvälisesti. EU-tasolla kiertotaloutta vauhditetaan *lainsäädännöllä* ja *taksonomialuokittelulla*, jotka vaikuttavat lähitulevaisuudessa yritysrahoituksen saatavuuteen ja hintaan. Rahoituksen hinta ja saatavuus vaikuttavat voimakkaasti yritysten toimintaedellytyksiin ohjaten toimintaa kestävämpään suuntaan. Kiertotaloustoimet todentavat rahoitusehtojen kriteeristöä, jolloin kiertotaloudella luodaan yritykselle arvoa ympäristönäkökulmasta tarkasteltuna. (Sitra, 1.6.2021)

Euroopan unionin neuvostossa on lisäksi hyväksytty päätelmät ”Tehdään elpymisestä kiertotalous- ja ympäristömyönteistä” vastauksena Euroopan komission kiertotalouden toimintasuunnitelmaan. Kiertotalouden roolia korostetaan päätelmissä covid-19:stä toipumiseksi. Lisäksi päätelmissä tuodaan esille kiertotalouden ja digitalisaation yhteyttä kiertotalouden potentiaalin hyödyntämisessä. Neuvosto kannustaa esimerkiksi Euroopan komissiota arvioimaan mahdollisuuksia edistää teollisten symbioosien ja allianssien syntymistä perustamalla digitaalisiin alustoihin perustuva uusioraaka-aineiden markkinoiden seurantakeskus. (EU:n neuvosto, 17.12.2020)

Pandemia vaikutti voimakkaasti tuotteiden tuotannollisiin ja logistisiin arvoketjuihin. *Toimitusketjujen haavoittuvuus* on herättänyt yritykset pohtimaan liiketoimintamallejaan. Ennustettavuuden heikentyminen toimitusketjuissa ja *raaka-aineiden hintojen* nousu ajavat yrityksiä voimakkaasti kiertotalouden pariin. (Moloney, 2021)

Raaka-aineiden ja energian hintakehityksen myötä uusiomateriaalien kysyntä kasvaa, ja kiertotalouden sekä erityisesti kierrätystoiminnan voidaan katsoa olevan nykyään *erittäin hovikelpoinen teollisuudenala*. Raskaiden materiaalivirtojen logistiikassa kiertotalous on ollut jo useiden vuosien ajan nopeimmin kasvava suuntaus. (Silfver, 2021)

Kehittyvät kierrätysmenetelmät ja ympäristötietoisuus lisäävät kiinnostusta kiertotaloutta kohtaan. Yleisesti ottaen *rajalliset resurssit* houkuttelevat yrityksiä tarkastelemaan kiertotalouden tuomia vaihtoehtoja. Kiertotaloutta kohti ohjaavia tekijöitä ovat myös resurssiviivastuksen ohella *ihmisten terveyden ja biodiversiteetin turvaaminen* sekä uusien *työpaikkojen laadun parantaminen*. (McGinty, 2021)

Tekstiilien, ravinteiden, muovien ja akkujen kierrätykseen voidaan soveltaa kemiallista kierrätystä. *Nopeasti kehittyvien kemiallisten kierrätysprosessien* avulla pyritään tarjoamaan neitseellisiä raaka-aineita vastaavia tai korkealaatuisempia tuotteita, joko samaan tai eri arvoketjuun kierrätettävän materiaalin kanssa.

Kuluttajakäyttäytymisessä on havaittu muutoksia, ja lisääntyvä ympäristötietoisuus on kasvattanut kiertotaloustuotteiden kysyntää. Kuluttajat pyrkivät tekemään vastuullisempia valintoja arkikäyttäytymisessään, ja digitaaliset alustat voivat parhaimmillaan tarjota tähän helpon ja nopean tien. Kysyntä ja kiinnostus kiertotaloutta kohtaan on kuluttajatasolla voimistunut myös lisätuloja mahdollistavien alustojen myötä. Kuluttajakysynnän kasvu ja lisääntyvä keskustelu vastuullisuuden ympärillä vetävät yrityksiä kohti kiertotaloutta. (Vanne, 2019)

Yritysten tehtävänä on tavoitella voittoa, jolloin kiertotalouden vetovoimaa mietittäessä tulee liiketoiminnan kannattavuuden pysyä tulevaisuudessa entisellä tasolla tai parantua verrattuna nykytilanteeseen. Puhelimia ja robotti-imureita käsittelevän kuluttajakyselyn mukaan *maksuhalukkuus kiertotaloustuotteita kohtaan* nousee matalilla kierrätysasteilla, mutta kääntyy jopa laskuun kierrätysasteen kasvaessa. (Boyer, R.H.W., Hunka, A.D., Whalen, K.A., 2021)

Kiertotalouden tehokas käyttöönotto mahdollistaa merkittävää hyötyä niille toimijoille, jotka onnistuvat kiertotalouden toimien implementoinnissa. Osa taloudellista markkina-voimaa on myös uusien liiketoiminta-ajureiden tunnistus ja hyödyntäminen. Hallittu siirtymä kohti kiertotaloutta alkaa näyttäytyä yhä enenevässä määrin välttämättömyytenä, jotta organisaatio saavuttaa tai säilyttää kilpailukyvyn nopeasti muuntuvien ja niukkenevien resurssien markkinoilla

Haastatteluissa nousi esille, että *kiertotaloustuotteille on olemassa kysyntää* eri tuotesegmenteissä. Suomessa eri alustojen kautta kysyntää on esimerkiksi ammattitason työkooneille, kalusteille ja myös rakennusmateriaaleille, kuten eristysvillalle ja ikkunoille. Kysynnästä huolimatta kiertotalousmateriaalien omistajat ja kiinteistöjen omistajat kaipaavat helppoja ja mahdollisimman pitkälle automatisoituja ratkaisuja kehittääkseen nykyisiä toimintamallejaan. EU-tasolla on valmisteilla *kestävän tuotepolitiikan aloite*, jonka tarkoituksena on luoda kierrätettäviä, korjattavia ja kestäviä tuotteita suosiva ympäristö. Yhtenä merkittävänä osana aloitetta on osa: digitaalinen tuotepassi, joka mahdollistaa tiedonsaannin mm. tuotteiden korjattavuudesta. (Euroopan komissio, 19.2.2020).

Tuottajavastuu

Esimerkiksi Euroopassa, Yhdysvalloissa ja Kanadassa on otettu käyttöön tuottajavastuu (Extended Producer Responsibility) lainsäädäntöä, jossa tuotteen elinkaaren ympäristövaikutuksia on siirretty tuotteen hintaan. Esimerkiksi Suomessa kuluttajapakkausten keräys ja kierrätys siirtyi vuosien 2015 ja 2016 aikana tuottajien vastuulle. Tuottajat vastaavat nykyisin pakkausjätteiden keräys- ja kierrätyskustannuksista sekä Suomen lainsäädännön kiristyneiden pakkausjätteiden kierrätysvaatimuksien toteutumisesta. (Ympäristöministeriö, 2012)

2.1.2 Kiertotalouden arvonluonti ja liiketoimintamallit

Kiertotaloudessa materiaalit ja tuotteet pysyvät kierrossa ja uuden arvon tuottajina mahdollisimman pitkään arvonsa säilyttäen. Hukkaa ja häviöitä minimoidaan koko arvoketjussa resursseista ja kapasiteetista tuotteiden ja palveluiden elinkaareen sekä tuotteisiin sitoutuneeseen arvoon. Hukatut resurssit voivat ilmetä esimerkiksi energiahäviönä, laitteiden vajaakäyttönä tai toiminnasta syntyvänä käyttämättöminä sivutuotteina ja jätteenä. ”Hukattu elinkaari” syntyy silloin, kun tuotteen käyttö lopetetaan ennenaikaisesti.

Elinkaaren loppuminen tarpeettoman aikaisin voi johtua muun muassa suunnittelusta tai tarpeiden ja mieltymysten muuttumisesta. Esimerkiksi osan vikaantuminen, uuden mallin tulo markkinoille tai käyttötarpeen loppuminen voivat johtaa tuotteen elinkaaren loppumiseen, jos tuotetta ei ole helppo korjata, käytetyille tuotteille ei ole toimivia markkinoita tai tuotetta ei voi muokata käyttötarkoituksen muuttuessa. Sisäinen arvo hukataan, jos tuotteeseen sitoutunut arvo hävitetään esimerkiksi tuotteen päätyessä kaatopaikalle, tai jos se pilkotaan osiinsa ja kierrätetään pelkkinä materiaaleina, sen sijaan että kierrätyksessä tavoiteltaisiin korkeamman jalostusasteen tuotetta. Tuotteella on sisäistä arvoa

jäljellä, jos sitä pystytään hyödyntämään vielä toiseen käyttötarkoitukseen. Kiertotalouden on arvioitu globaalisti sisältävän 4,5 miljardin dollarin hyödyntämättömän arvon, mikä vastaa noin 70 kertaa Suomen valtion budjettia vuodelle 2022. (Lacy et al., 2020)

Älykkäät digitaaliset ratkaisut voivat mahdollistaa erilaisten kiertotaloutta edistävien liiketoimintamallien toteutumisen. Digitalisaatio tuo läpinäkyvyyttä tuotantoprosesseihin ja tuotantoketjuihin, mikä mahdollistaa näiden optimointia ja parantaa niiden läpinäkyvyyttä. Digitaalisia ratkaisuja voidaan käyttää myös tuomaan näkyvyyttä ja älykkyyttä tuotteille, materiaaleille tai omaisuudelle esimerkiksi tarjoamalla tietoa niiden sijainnista, ominaisuuksista ja saatavuudesta.

Esimerkkejä hukatusta jalostusarvosta

Auton käyttöaste koko elinkaaren ajan on tyypillisesti matala. Arvioiden mukaan kaikki tällä hetkellä tehdyt automaattit korjattaisiin hoitamaan vain 40 prosentilla nykyisistä ajoneuvoista (World Economic Forum, Raising Ambitions: A new roadmap for the automotive circular economy, 2020). Toisin sanoen maailmassa valmistetaan liikaa autoja siihen nähden, mikä liikkumisen tarve ihmisillä on johtaen globaalissa mittakaavassa valtavaan hukattuun tai hyödyntämättömään kapasiteettiin. Ratkaisuja tähän tarjoaa esimerkiksi Helsingissäkin toimiva tanskalaisyrittäjä Green Mobility, joka ylläpitää toiminta-alueellaan applikaatiolla varattavia yhteiskäyttöisiä sähköautoja palvelun käyttäjille minuuttiveloituksella ja vähentää näin oman auton omistamisen tarvetta.

Kodinkoneiden normaali elinkaari on 8–10 vuotta, mutta monesti ne korvataan huomattavasti ennen kuin ne lakkaavat toimimasta, jolloin osa elinkaaren arvoa hukataan. Tästä syystä tuotteen korjattavuus, päivittäminen ja jälkimarkkinat tulee huomioida jo tuotteen suunnittelu- ja valmistusvaiheessa. (Lacy et al., 2020)

Sähköauton akkuun on sitoutunut valtavasti arvoa valmistusvaiheessa. Käyttöään myötä akun kapasiteetti alentuu, eikä kapasiteetti jossain vaiheessa ole enää riittävä autokäyttöön. Mikäli korjaaminen ei ole mahdollista, olisi akun sisäinen arvo mahdollista hyödyntää vielä sähkön varastoimiseen sellaisessa käyttötarkoituksessa, jossa kapasiteetti ei ole yhtä kriittinen ominaisuus kuin autossa, esimerkiksi rakennuksen sähkövarastona. Lopulta akku voidaan tarkoituksenmukaisesti purkaa osiin ja uusiokäyttää osina tai materiaalina.

Kiertotalouden liiketoimintamallit pyrkivät poistamaan häviöt ja hukat niin, että tuotteiden ja materiaalien arvo on mahdollisimman suuri ja säilyy läpi tuotteen elinkaaren ja materiaali-kiertojen. Mainittujen häviöiden ja hukat syntyvät ovat mahdollistaneet kuuden yleisesti käytössä olevan kiertotalouden liiketoimintamallin rakentumisen.

Kiertotalouden liiketoimintamallit voidaan jakaa viiteen yleisesti tunnettuun luokkaan (Sitra, 10.3.2019):

1. **Kiertävät raaka-aineet.** Uusiutuvien, biopohjaisten, kierrätettyjen tai muiden vaihtoehtoisten materiaalien ja energialähteiden hyödyntäminen hukat vähentämiseksi.
2. **Resurssien talteenotto.** Materiaalien ja energian talteenotto ja uusiokäyttöön palauttaminen muun muassa jätteestä sekä tuotannon sivutuotteista ja prosesseista.
3. **Elinkaaren pidentäminen.** Tuotteen käyttöiän pidentäminen esimerkiksi tuotesuunnittelun, korjaamisen, huoltamisen, päivittämisen ja jälleenmyynnin keinoin.
4. **Tuote palveluna.** Asiakkaan tavoittelemien hyötyjen tai toiminnallisuuksien myynti palveluna tuotteen sijaan, kuten Oil as a Service, jossa toimittaja huolehtii teollisen laitteiston öljyn kunnosta kuukausimaksua vastaan sen sijaan, että myisi öljyä litrahinnalla.
5. **Jakamisalustat.** Tuotteiden efektiivisen kapasiteetin kasvattaminen ja käyttöasteen optimointi jaetun omistajuuden ja käytön kautta.
6. **Upcycling.** Kiertotalousraaka-aineiden jalostus voi myös kasvattaa niiden arvoa. Raaka-aineiden jalostusarvon kasvattaminen voi siirtää ne tuotearvoketjusta toiseen.

Kiertotalouden markkinoiden periaatteet toimivat lähes kaikilla toimialoilla. Monet kiertotalouden hyödyt ja ajatukset pystytään monistamaan tehokkaasti toimialojen välillä. Tämä mahdollistaa tehokkaan innovaatioiden leviämisen koko yhteiskunnassa.

Kiertotalouden liiketoimintamallien käyttöönotto vaatii merkittävää yritysten, asiakkaiden ja kuluttajien ajattelutavan muutosta. Keskeisimmät muutostarpeet liittyvät kuluttamisen uudelleenmuotoiluun, tuotekiertojen suunnitteluun, takaisinottovirtojen luomiseen, ekosysteemien voiman hyödyntämiseen ja kiertotalouden kiihdyttämiseen innovaatioilla. (Lacy et al., 2020)

Keskeisenä kiertotalouden liiketoimintamallien käyttöönoton esteenä voi myös olla ratkaisun käytäntöön vieminen ja saaminen osaksi yrityksen ydinliiketoimintaa. Asia on toimijoille vielä uusi, eikä henkilöstöllä tai yritysten johdolla ole välttämättä vielä riittävästi laajempaa ymmärrystä ja käytännön kokemusta. Teoreettisen tarkastelun lisäksi tarvitaan yritysten osaamisen ja johtamisen kehittämistä sekä lisää konkreettisia esimerkkejä eri toimialoilta ja liiketoimintamalleista, jotta nämä ratkaisut saadaan laajempaan käyttöön. (Ranta et al. 2021)

Kiertotalouden liiketoimintamallien kuvauksia

Asiakkaan sitouttaminen: Kuluttamisen uudelleenmuotoilu

Tuote on monesti vain väline halutun lopputuloksen tai toiminnon saavuttamiseksi. Asiakkaan todellisten tarpeiden tunnistamisella ja kuluttamisen uudelleenmuotoilulla, voidaan tavoitella, että kulutus ei ole enää sidoksissa materiaalien kuluttamisen kanssa. Liiketoimintamalleista digitaaliset jakamislustat ja tuote palveluna ovat kuluttamisen uudelleenmuotoilun keskipisteessä.

Käänteinen logistiikka: Takaisinottovirtojen luominen

Käänteisellä logistiikalla tarkoitetaan tuotteen palautuksen ja palautumisen mahdollistamista siten, että käyttämättömät tai vähäisellä käytöllä olevat, vaurioituneet ja käyttöiän päätepisteessä olevat tuotteet palautuvat arvoketjuun. Arvoketjuun palautumista voidaan seurata digitaalisten tunnistajien avulla.

Ekosysteemit: Ulkoisten sidosryhmien voiman hyödyntäminen

Aiemmat lineaariset ja kahdenväliset kumppanuudet ovat väistymässä ekosysteemisten kumppanuuksien tieltä ja toimialojen rajat ovat muuttumassa. Esimerkiksi autoteollisuus on sulautunut enenevässä määrin ICT- ja energiateollisuuden kanssa. Useiden toimijoiden ekosysteemit ja erilaisten ekosysteemien yhteistyö mahdollistavat tehokkaan arvoketjun luomisen ja säilymisen arvoketjuissa. Ekosysteemien toimintaa voidaan helpottaa ja tehostaa digitaalisilla alustoilla (alustoista tarkemmin kappaleessa 2.4.7), jotka mahdollistavat muun muassa datavirtojen jakamista, yhteisen päätöksenteon tehostamista ja resurssien jakamista.

Disruptiiviset teknologiat: Liiketoiminnan kiihdyttäminen innovaatioilla

Neljännän teollisen vallankumouksen teknologiat ovat hämärtäneet fyysisen ja digitaalisen maailman rajoja. Näiden teknologioiden on tunnistettu sisältävän suuren potentiaalin myös kiertotaloudessa, jossa fyysisen uuden materiaalin tarve voidaan minimoida digitaalisilla työkaluilla. Toisaalta teknologiat mahdollistavat myös älykkään ja optimoidun resurssien käytön, materiaalien, tuotteiden, laitteiden ja toiminnan seurannan sekä digitaalisen tuotteen suunnittelun, kehityksen ja päivityksen ilman tarvetta fyysisen tuotteen tai materiaalin hankkimiseksi.

2.2 Julkisen sektorin rooli kiertotalouden ja digitalisaation rajapinnalla

Julkisella sektorilla on yritysten ja kuluttajien lisäksi kriittinen rooli kiertotalouden mahdollistamisessa. Tämän selvityksen haastatteluissa nousi vahvasti esiin, että yritykset odottavat **julkisen sektorin eri toimijoilta yhdensuuntaisia kiertotaloutta ja digitalisaation hyödyntämistä tukevia toimia ylikansallisista ja kansallisista toimista kuntatasolle saakka**. Esimerkiksi rakennetun ympäristön kiertotalouskysymykset konkretisoituvat paikallistasolla muun muassa uudisrakentamisen ja purkutoiminnan yhteydessä: julkisilta hankkijoilta toivotaan mahdollisuuksia kiertotalouden toteuttamiseen rakennushankkeissa sopivien urakkaohjeiden ja kilpailutusten muodossa.

European Policy Centre keskustelupaperissa ”Creating a digital roadmap for a circular economy” (Hedberg A., Šipka S., Bjerkem J., 2019) nostetaan esiin tarve systeemiseen ajatteluun EU-tasolla kiertotalousvision ja yhdenmukaisten kiertotaloutta tukevien toimenpiteiden määrittämiseksi. Lisäksi julkaisussa nostetaan esiin kannustaminen reiluun datan jakamiseen, kiertotaloussiirtymän tukeminen käyttämällä taloudellisia keinoja ja kumppanuuksien sekä kansalaisten aktivointi (esimerkiksi kansalaisten ja kuluttajien luottamuksen kasvattaminen digitaalisiin ratkaisuihin).

Kiertotalouden ja digitalisaation rajapinta tarvitsee osaamista ja kyvykkyksiä eri aloilta liiketoiminnan kehittämisestä, yritys vastuusta, digitalisaatiosta ja teknologioista sekä varsin monipuolista näkymää prosesseihin, markkinoihin ja asiakatarpeisiin. **Vuoropuhelua näiden osaamisten ja kyvykkyksien välillä, sekä yritysten sisällä että yritysten välillä, käydään Suomessa vielä varsin vähän**. Yleisenä ja konkreettisena tarpeena hankkeen osana toteutetuissa haastatteluissa nousi esiin kiertotalousasioiden ymmärryksen ja osaamisen parantaminen kattaen sekä yksityisen että julkisen sektorin toimijat. Julkisella sektorilla ja koulutusjärjestelmällä on merkittävä rooli osaamisen kasvattamisessa.

Digitalisaation laaja-alainen hyödyntäminen vaatii yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Julkinen sektori voi osaltaan kannustaa yhteistyöhön esimerkiksi erilaisissa ekosysteemi- ja innovaatiohankkeissa. Julkinen sektori voi yhdessä yritysten kanssa olla luomassa yhteisiä pelisääntöjä esimerkiksi datan jakamiseen. Hyvä esimerkki on yhteiseurooppalainen Gaia-X -hanke, jonka tavoitteena on rakentaa pelisääntöjä ja toimintamalleja avoimesti dataa jakaville dataekosysteemeille myös kiertotalouden alueella. Tällaisille kokoaville hankkeille on selvä tarve, sillä tällä hetkellä monet digitalisaatiota ja dataa kiertotalouden hyödyksi edistävästä hankkeista ovat varsin erillisiä. Tällä hetkellä kiertotaloutta palvelevaa dataa ei voida hyödyntää laajasti organisaatiot ylittävissä arvoketjuissa, ja toimijat eivät koe saavansa riittävää hyötyä datan jakamisesta.

Julkisen sektorin erilaiset roolit kiertotalouden edistämässä

Listaus erilaisista julkishallinnon rooleista, joiden kokonaisvaikutuksella voidaan hyvin merkittävästi ohjata kiertotaloutta ja digitalisaatiota haluttuun suuntaan:

1. **Lainsäätäjä:** Julkisella sektorilla on mahdollisuus säätää lakeja ja säädöksiä, joilla kaikkiin yhteiskunnan toimijoihin voidaan erilaisin tuin ja sanktion vaikuttaa siten, että toimijat kehittävät kiertotalouspalveluita. Samoin julkisen sektorin raportointi- ja tilastointivelvoitteen toteutumista kotimaassa ja EU-tasolla voidaan edistää digitalisaatioon kannustavin tuin ja säädöksin.
2. **Ostaja:** Erityisesti Suomessa ja muissa Pohjoismaissa valtiolla ja julkisella sektorilla on hyvin merkittävä yhteiskunnallinen rooli eri palveluiden ja infrastruktuurin tarjoajana. Suomessa julkisilla hankinnoilla on erinomainen mahdollisuus tavoitella haluttua lopputulosta myös pehmeämmin ja innovaatiot mahdollistaen.
3. **Omistaja / operaattori:** Julkisen sektorin asemaan yhteiskunnassa ja hankinnoissa liittyy myös rooli omistajana tai operaattorina. Suorilla toimenpiteillä, julkisen sektorin hallinnoimiin toimintoihin ja kiinteistöihin liittyen, pystytään vaikuttamaan myös kaikkiin samassa ekosysteemissä toimiviin yksityisiin toimijoihin ja kuluttajiin.
4. **Digitaalisen infrastruktuurin rakentaja:** Julkinen sektori voi myös itse operoida tarvittavia digitaalisia alustoja, jotta nykyiset pienet yksittäisten toimijoiden kokeilut pystytään skaalaamaan koko yhteiskunnan tasolla toimiviksi ratkaisuksi. Julkinen hallinto omistaa erilaisia rekistereitä, jotka sisältävät arvokasta kiertotaloustietoa esimerkiksi rakennuskannasta. Jos rekisterit suunnitellaan tietoaalustoiksi yhteiskunnan palvelukseen, luovat avoimet rajapinnat kiertotalousliiketoiminnan mahdollisuuksia.
5. **Vaikuttaja:** Julkishallinnolla on mahdollisuus myös vaikuttaa yhteiskunnan toimijoiden mielipiteisiin, osaamiseen ja ymmärrykseen koulutuksen, markkinoinnin, tietoisuuden ja julkisen sektorin toimijoiden välityksellä. Julkinen sektori ohjaa Suomen laadukasta koulutusjärjestelmää. Tämän lisäksi Suomessa toimii useita julkisen sektorin toimijoita, jotka tarjoavat opastusta ja tietoa yksityisen sektorin toimijoille ja kuluttajille.
6. **Innovoija:** Julkinen sektori tekee paljon tutkimusta ja innovaatiotyötä sekä suoraan että välillisesti. Suorilla ja välillisillä innovaatiotoiminnoilla julkinen sektori pystyy ohjaamaan tutkimusta ja kehitystä haluttuun suuntaan, jotta halutut tavoitteet voidaan saavuttaa.

Erityisesti pienissä kaupungeissa on tarvetta julkiselle, esimerkiksi digitaalisen portaalilin kautta tapahtuvalle, neuvontatoiminnalle. Neuvontatoimintaa kaivataan niin yritysten kuin julkisten toimijoidenkin puolella. Julkista sektoria tarvitaan myös johtamaan kehitystä, jossa luodaan uusia toimintamalleja esimerkiksi alueidenkäytön ja rakentamisen tietojen saamiseksi helpommin saataville ja yhtenäiseen muotoon. Uusi toimintamalli syntyy yhteisesti sovitusta tiedonrakenteista, lainsäädännöstä ja siitä, että tiedot ovat saatavilla yhdestä paikasta. Kehitettävillä tuotteilla ei välttämättä löydy vastaavuutta jo markkinoilla olevista, jolloin yritykset tarvitsevat helposti saatavilla olevaa tietoa mm. tarvittavista toimista, luvista tai kansallisista hyväksyntämenettelyistä (esim. rakennustuotteiden tuotehyväksyntä). Materiaalien uusiokäyttöä varten kerättävät lakisääteiset valvontatiedot tulisi olla helposti kerättävissä ja välitettävissä viranomaisille, jotta sääntelystä ei synny estettä materiaalien uusiokäytölle (Silfver, 2021).

2.3 Kiertotalouden ekosysteemit ja hautomot

Luvussa 2.3 esitetään tilannekatsaus Suomen kiertotalouden ekosysteemi- ja hautomotoiminnasta sekä kuvataan tarkemmin esimerkkejä Suomesta ja maailmalta.

2.3.1 Kiertotalouden ekosysteemit toiminnan nykytila Suomessa

Suomessa toimii joitakin kymmeniä kiertotalouden ekosysteemejä, jotka ovat muun muassa kierrätyspuistoja, teollisuuspuistoja tai yrityskeskittyviä. Ekosysteemeillä ei yleensä ole yhteistä liiketoimintasuunnitelmaa tai visiota, vaan yhteistoiminta liittyy valikoitujen materiaalivirtojen eri jakeiden hyödyntämiseen modulaarisesti.

Kiertotalouden ekosysteemit keskittyvät pääosin:

- a tutkimustoimintaan: uuden tiedon synnyttämiseen, tiedon jakoon, jne,
- b yhteiseen kaupalliseen innovaatiotoimintaan
- c merkittävän teollisen mittakaavan omaavaan kiertotalousliiketoiminnan (kansainväliseen) kiihdyttämiseen.

Kiertotalouden ekosysteemit -raportissa (Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 2020:13) kiertotalouden ekosysteemit jaetaan kolmeen eri perustyyppiin niiden syntymotivaation ja ominaispiirteiden mukaan:

1. Teollisuuden vahvojen vatureiden ympärille rakentuneet ekosysteemit

Teollisuuden vahvojen vatureiden ympärille rakentuneiden ekosysteemien perustana on olemassa oleva teollisen mittakaavan tuotanto, jonka kierrätysraaka-aineen tai omien sivuvirtojen hyödyntämisen ympärille on syntynyt innovaatiotoimintaa, startup-yrityksiä ja/tai pk-yritysten liiketoimintaa.

Tällaisten ekosysteemien vahvuutena ovat veturiyrityksen vahva, lähtökohtaisesti kansainvälinen liiketoiminta, teollinen osaaminen ja investointikyky. Heikkoutena puolestaan on, että kiertotalous on veturiyrityksille sivuliiketoimintaa, jolloin panostukset liiketoiminnan uudistamiseen kiertotalouden lähtökohdista jäävät usein vähäisiksi. Kehitystyö keskittyy helposti olemassa olevien prosessien materiaali- ja energiatehokkuuden edistämiseen.

Vahvojen vetureiden ekosysteemeissä pienet toimijat ovat usein riippuvaisia toimintaa tukevasta veturiyrityksestä ja kasvu tapahtuu veturiyrityksen vanavedessä. Esimerkkinä Stora Enson vetämä (globaali) Accelerator-ohjelma kiertotalouden startup- ja kasvuyrityksille. Suomalainen Avanto Ventures fasilitoi puolestaan pohjoismaista Loop Digital -ekosysteemiä. Ekosysteemi kiihdyttää pohjoismaisten (ja suomalaisten) kiertotalouden startup- ja kasvuyritysten liiketoimintaa.

Suomen kansantalouden kannalta teollisuusvetoiset suuren mittakaavan ekosysteemit ovat tärkeitä. Näiden ekosysteemien resurssitehokkuutta parantamalla on mahdollista vaikuttaa tuntuvasti kansantalouteen ja hiilitaseeseen. Tosin resurssitehokkuuden parannukset eivät riitä kiertotalouden systeemisen muutoksen toteuttamiseksi, vaan avuksi tarvitaan alueellisten ekosysteemien ratkaisuja ja kuluttajia lähellä olevaa toimintaa.

2. Alueellisista vahvuuksista ponnistavat ekosysteemit

Alueellisista vahvuuksista ponnistavien ekosysteemien vahvuutena ovat kiinteät kytkökset alueen julkisten toimijoiden ja yritysten välillä. Toiminta perustuu alueelliseen kasvuvisioniin, joka tukee pitkäjänteisesti yhteistä visiota ja verkottaa toimijoita. Liiketoiminnan kasvattaminen alueellisesta globaaliin on näiden ekosysteemien suurin haaste, koska paikallisuuteen perustuvat kilpailuedut, kuten alhaiset logistiikkakustannukset ja materiaalivirtojen hallinta, eivät välttämättä toteudu alueen ulkopuolella. Pieniltä paikallisilta yrityksiltä voi myös puuttua vientimarkkinaosaaminen, verkostot, kasvuhalu ja -kyvykyys, joiden avulla valtakunnallisille tai globaaleille markkinoille pääsy mahdollistuu.

3. Kiertotalousvisiolähtöiset, innovaatioiden kehittämiseen keskittyvät ekosysteemit

Kiertotalousvisiolähtöisten, innovaatioiden kehittämiseen keskittyvien, ekosysteemien tavoitteena on rakentaa uudenlaista, kestävän kehityksen haasteisiin vastaavaa kiertotalouden liiketoimintaa. Kiertotalouden visionäärisillä ekosysteemeillä ei ole varsinaista veturia, vaan toiminta tapahtuu kehityksen alkuvaiheessa pienempien yritys- ja tutkimusklustereiden voimalla projektimuotoisena, haastekeskeisesti ja ilman hierarkisia rakenteita. Haasteena on perinteisen markkinan haastamiseen tarvittavien resurssien ja investointirahoituksen hankkiminen. Ekosysteemit hyötyisivät matalan kynnyksen pilotointi- ja kokeilutoiminnan palveluista ja tuesta kokonaisuuden orkestrointiin.

Kiertotalousvisionääriset ekosysteemit voivat tuottaa uudistavia, käännteentekeviä ratkaisuja globaaliin markkinaan. Nämä ekosysteemit ovat tyypillisesti innovaatioekosysteemejä ja kehityksensä alkuvaiheessa. Niiden haasteena on muutos innovaatioista liiketoiminnaksi ja resurssien löytäminen yritysten väliseen yhteiseen arvonluontiin ja liiketoiminnan kehittämiseen. Visiolähtöisiltä ekosysteemeiltä voi puuttua myös rahoitusta kehitystyöhön, investointeihin ja infrastruktuuriin, joiden ympärille ekosysteemin toiminta voi rakentua. Haasteena on rakentaa pitkäjänteistä liiketoimintaa.

2.3.2 Kiertotalouden digitaalisten ratkaisujen hyödyntämisen haasteet

Digitalisaation keskeiset **haasteet liittyvät liiketoimintamalleihin, tiedon omistukseen, tietojen jakamiseen, tietojen integrointiin, yhteistyöhön ja osaamisvaatimuksiin.**

Datan saatavuus ja datan omistajuuteen liittyvät kysymykset ovat ratkaisevan tärkeitä. Haasteita liittyy myös datan jakamiseen kilpailijoiden välillä, yksityisyyden suojaan, IPR-oikeuksiin ja luottamuksen rakentamiseen. Tarvitaan useiden toimijoiden omistamien suurien tietomäärien integrointia, sillä tietovirtojen hallinnointi on keskeinen haaste. Tärkeää on myös yhteistyön järjestäminen eri kumppanien välillä, yhteisten prosessien määrittely, sopivien yhteistyökumppaneiden etsintä ja eri osaamisalueiden yhdistäminen. (Antikainen et al. 2018)

Haastateltujen asiantuntijoiden mukaan kiertotalouden *digitalisaation* hyödyntäminen kansallisissa ja alueellisissa ekosysteemeissä ja kiihdyttämöissä on vasta kehittymässä. Kiertotalouden alustoissa ja ekosysteemeissä hyödynnetään vielä perinteisiä digityökaluja ja -alustoja (kuten erilaisia verkkopohjaisia alustoja, projektinhallinnan digityökaluja ja verkostotapaamisia).

Haastateltavat esittävät, että yritysten ja julkisten toimijoiden tulisi yhdessä selkeyttää datan jakamisen käytäntöjä, sopia IPR-oikeuksista ja tarkentaa datan jakamista ja omistajuutta sekä siihen liittyviä liiketoimintamalleja. Digitaalisaation kehittyminen edesauttaa ja nopeuttaa toimijoiden kontaktointia, tukee ekosysteemin toimijoiden verkottamisessa ja tarjoaa tehokkaan työkalun tunnistaa kiertotalouden startup- ja kasvuyrityksiä.

Lisäksi haastatteluissa nousi esille tarve luoda kierrätysmateriaalien digitaalinen tietopankki tai -alusta, jossa:

- Tieto on helposti saavutettavissa ja jaettavissa. Ekosysteemeissä datan jakaminen voi luoda pohjaa innovoinnille esimerkiksi sivuvirtoihin liittyen.
- Tietopankista löytyy ajantasainen ja automaattisesti päivittyvä tieto saatavilla ja saataville tulossa olevista kierrätysmateriaaleista, niiden volyyymista, sijainnista, saatavuudesta, jäljitettävyydestä, hinnoista, hyödynnettävyydestä, materiaalien ominaisuuksista ja käyttötarkoituksista.

2.3.3 Digitalisaation lisäarvo kiertotalouden ekosysteemi- ja hautomotoimintaan

Digitalisaation hyödyntäminen parantaa resurssitehokkuutta, edesauttaa materiaalien pysymistä kierrossa mahdollisimman pitkään ja auttaa sulkemaan materiaalikiertoja (Antikainen et al. 2018). Haastatellut asiantuntijat painottivat, että digitalisaatio tarjoaa tehokkaan väylän kiihdyttämöohjelmien läpiviennille, verkoston kasvattamiselle, mento- rointisparrausten ja erilaisten verkostotapaamisten toteutukseen sekä alueellisten, kansallisten että globaalien kasvuyritysten tunnistamiseen. Lisäksi digitaalisilla palveluilla voidaan välittää tietoa, saattaa yhteen toimijoita ja kasvattaa verkostojen kokoa.

Materiaalivirroista, tuotteiden elinkaaresta, järjestelmien ja arvoverkkojen toiminnasta sekä asiakkaiden käyttäytymisestä kertova data on kiertotalouden ekosysteemiselle ja yrityskohtaiselle liiketoiminnalle arvokasta. Hautomoissa ja ekosysteemeissä digitalisaatio voi palvella esimerkiksi asiakashallintajärjestelmien ja erilaisten alustojen kautta asiakkaiden saavuttamista ja asiakkaista kertyvän datan ja datan analysoinnin kautta parempaa asiakasymmärrystä ja arvonluontia. Kiertotalouden ratkaisuihin digitalisaatio voi palvella monella tapaa, kuten edellä kappaleessa 2.1.2 on kuvattu.

Digitalisaatio voi lisäksi palvella ekosysteemien ja hautomoiden innovaatiotoimintaa esimerkiksi seuraavasti:

- Materiaali- ja tietovirrat voivat mahdollistaa liiketoiminnan rakentamisen eri toimijoiden välille vahvistaen ekosysteemitomijoiden symbioottisia liiketoimintasuhteita. Digitaaliset teknologiat mahdollistavat tietojen säilyttämisen yhdistettynä materiaaleihin ja mahdollistavat jätteen hyödyntämisen resurs- sina. (Antikainen et al. 2018)
- Digitalisaatiota hyödyntämällä voidaan tehostaa ekosysteemin tai hautomon yhteistyötä, verkottumista ja innovaatiotoimintaa. Yhteiskehittämistä voidaan edistää jakamalla organisaatioiden välistä asiantuntemusta ja yhdistämällä osaamista eri toimijoiden välillä.

Digitalisaation perustyökälyt työn tekemiseen, yhteistyön fasilitointiin ym. eivät liity vain hautomoihin tai ekosysteemeihin, vaan niitä voidaan hyödyntää myös esimerkiksi opetusympäristöissä. Taulukossa 1 esitellään Loop Digital Ecosystems- ja The Circular Accerlators -ekosysteemien digitalisaatioon liittyvät toimintamallit.

Taulukko 1. Digitalisaation merkitys kahdelle kiertotalouden kiihdyttämötoimijalle.

Ekosysteemi	Onko digitalisaatio merkittävä kulmakivi toimijan visiossa?	Miten tiedolla johtaminen ja digitalisaatio näkyy ekosysteemitoinnassa?	Miten datan omistajuus ja hallinta on määritetty?	Millainen kehitysmetodologia ja -kulttuuri?	Liittyykö alustaan/toimintaan datan ja tiedonjakamista ja onko sille määritetyt pelisäännöt?
The Circular Accelerators	<ul style="list-style-type: none"> • Keskeinen kulmakivi kiihdyttämön visiossa • Digitalusta tukee erityisesti seuraavan tavoitteen toteutusta: ”Edistää tavoitteellista ja toimenpidekeskeistä yhteistyötä ekosysteemissä 	<ul style="list-style-type: none"> • Digitalustaa ja digityökaluja tukee startup toimijoiden tunnistamisessa ja toimijoiden verkottamisessa • Uplink-digitalustaa hyödynnetään haasteiden julkaisussa, startup-hakemusten vastaanottamisessa ja kiihdyttämöohjelman toiminnassa 	<ul style="list-style-type: none"> • Uplink-data-alustan omistaa World Economic Forum • Keskiössä SDG innovaatioiden edistäminen ja ilmasto- ja luontokatoon sekä kiertotalouteen liittyvien haasteiden ratkaiseminen • UpLink on digitaalinen, avoin (joukkoistamista palveleva) alusta joka on suunniteltu nopeuttamaan uusien ratkaisujen kehittämistä SDG-pelikenttään ja maailman merkityksellisempien ilmastohaasteiden ratkaisemiseen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kaikille avoin sisäänpääsy datan-alustalle: avoin tiedonjako nykyisistä ja tulevista kehityshaasteista • Avoin kehittämissympäristö – kuka tahansa voi liittyä toimintaan • Haetaan skaalattavia innovaatioita • Kilpailukulttuuri – vain lupaavimmat ratkaisuntarjoajat valitaan kiihdyttämöohjelmaan • Kiihdyttämöohjelman startupit saavat tukea etabloituneilta yrityksiltä ja mentoreilta 	<ul style="list-style-type: none"> • Alustalla tiedon jakamista – oppien ja kokemusten jakoa pilottikokemuksista, tulevista haasteista ja kiihdyttämöohjelman käynnistämistä
Loop Digital Ecosystem	<ul style="list-style-type: none"> • Keskeinen kulmakivi kiihdyttämönvisiossa 	<ul style="list-style-type: none"> • Digitalusta tukee startup toimijoiden tunnistamisessa ja toimijoiden verkottamisessa sekä tapahtumien organisoimisessa • Digityökaluja hyödynnetään kansallisten ja pohjoismaisten startup ja kasvuyritysten tunnistamisessa • Aiemmin hyödynnettiin Solved Oy:n digitalustaa, nyttemmin hyödynnetään HubSpot-alustaa • Digitalustaa hyödynnetään suuryritysten asettamien haasteiden julkaisussa ja hakemusten vastaanottamisessa 	<ul style="list-style-type: none"> • Ekosysteemi toiminnan omistaa Avanto Ventures • Hubspot-alustan omistaa Nordic Innovation • Alustalla välitetään avointa tietoa suuryritysten asettamista kiertotalouden liiketoiminta-haasteista 	<ul style="list-style-type: none"> • Avoin kehittämiskulttuuri ja ratkaisujen pilotointi: Kaikille yrityksille avoin ekosysteemi – kiihdyttämötoimintaan voi osallistua sekä kasvuyritykset että suuryritykset, jotka hakevat uusia ratkaisuja kiertotalouden liiketoiminta-haasteisiin • Viestitään toteutettujen pilottien kohteista ja tuloksista • Seuraavaksi toiminnassa keskitytään lupaavimpien ratkaisujen kaupalliseen skaalaamiseen • Kiihdyttämötoimintaan osallistuvat yritykset voivat halutessaan sijoittaa startup ja kasvuyrityksiin 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiedon ja oppien jakaminen tulevista haasteista, pilottikokemuksista, kiihdyttämöohjelmaan osallistuvista startup yrityksistä ja uusista haasteista

2.4 Digitaaliset teknologiat ja data kiertotaloudessa

Kiertotalouden toteuttaminen edellyttää ymmärrystä monimutkaisista arvoketjuista ja verkostoista, resurssivirroista ja -kierroista, niiden arvosta ja ympäristövaikutuksista. Lisäksi tarvitaan ymmärrystä kiertotalouteen liittyvistä teknologioista, toimijoista ja toimialojen rajapintoihin vaikuttavista seikoista. Tässä monimutkaisessa kentässä **digitalisaatiota hyödyntävä datavetoinen kiertotalous tarjoaa valtavan potentiaalın systeemiin parannuksiin, uusiin liiketoimintamalleihin sekä kestäviin kulutus- ja hankintavalintoihin.** Parhaassa tapauksessa digitalisaation ja datan hyödyntäminen vahvistavat monipuolisesti yritysten ja muiden toimijoiden mahdollisuuksia kiertotalouden toteuttamiseen.

Data kiertotaloudessa

Raaka-aineiden ja tuotteiden elinkaareen liittyy paljon erilaista tietoa, jota hyödyntämällä voidaan toteuttaa kiertäviä materiaalin arvoketjuja. Alla on esitetty esimerkkejä tietolähteistä, joita hyödyntämällä tuotteiden ja palveluiden suunnittelussa sekä laajemmassa päätöksenteossa voidaan kerätä kiertotalouden kannalta arvokasta dataa sekä parantaa toiminnan tehokkuutta, tuottavuutta ja vastuullisuutta.

1. Materiaali- ja raaka-ainedata

– Tieto tuotteen tai komponentin materiaalivalinnoista ja valittujen materiaalien ominaisuuksista.

2. Tuotantodata

– Valmistusprosessit, tuotannon laatu, sivutuotteet.

3. Elinkaaridata

– Kuinka pitkään tuote on käytössä, mitkä osat tai komponentit kuluvat tai rikkoutuvat, onko tuotetta korjattu tai onko komponentteja vaihdettu, onko tuote tai sen osat uudelleenkäytetty toisen tuotteen komponenttina tai varaosana?

4. Käyttö- ja kulutusdata

– Mikä on tuotteen käyttöaste ja käyttömäärä, käyttäkö tuotetta yksi vai useampi käyttäjä, mitkä ovat käyttäjien mieltymykset ja tarpeet, miten tuotetta käytetään, mistä tuote hankitaan ja millainen hinnoittelu sopisi parhaiten käyttäjille?

5. Suorituskykydata

– Kuinka hyvin tuote täyttää sen funktion, jota varten se on hankittu, miten tuote suoriutuu eri osa-alueilla, vastaako tuote asiakkaiden vaatimuksiin tai arvolupaukseen, mikä on tuotteen kustannus suhteessa laatuun tai arvoon?

6. Tuotantoketjudata

– Tieto komponenttien, esituotteiden ja raaka-aineiden toimittajilta saatavissa olevista materiaaleista, sisältäen tarkat tiedot materiaalin ominaisuuksista, alkuperästä, määrästä ja laadusta. Tieto asiakkaiden tarvitsemista komponenteista tai lopputuotteista, sisältäen mahdollisimman tarkan tiedon tarvittavista ominaisuuksista, alkuperästä, määrästä ja laadusta.

7. Kysyntädata

– Mitä uusiokäyttökysyntää kyseiselle tuotteelle tai materiaalille on ja miten käsitelty arvo säilyy parhaiten? Millaisia prosessointi-, korjaus-, parannus- tai muita palveluita on tarjolla ko. tuotteen tai materiaalin arvon säilyttämiseksi?

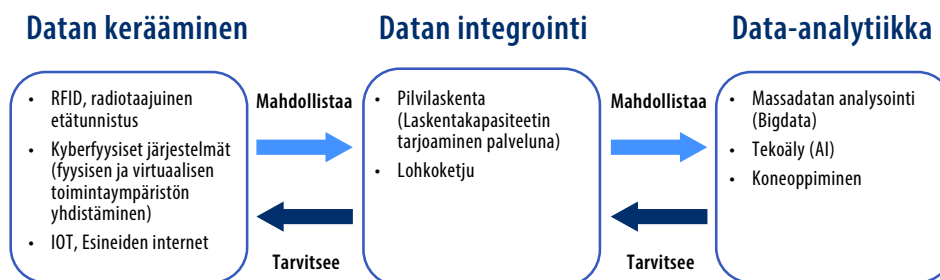
2.4.1 Uudet digitaaliset teknologiat kiertotaloudessa

Uusien teknologioiden esiinmarssi ja vakiintuneiden toimintamallien murtaminen niin sanotuilla disruptiivisilla teknologioilla mahdollistaa laajan toimialamurroksen. Toisin kuin aikaisemmissa toimialamurroksissa nyt muutoksen mahdollistajana on erittäin suuri määrä erilaisia teknologioita, joiden avulla tuotanto ja kasvu voidaan osittain kytkeä irti luonnonvarojen kasvavasta käytöstä.

Digitaalisia teknologioita yhdistävät niiden tehokkuus, ja niiden disruptiivinen voima markkinoihin, mikä pakottaa olemassa olevat yritykset ja toimijat muuttamaan toimintatapojaan. Ne myös edistävät laajempaa datan hyödyntämistä ja jakamista sekä mahdollistavat teknologisen siirtymän pois uusiutumattomien ja rajallisten resurssien käytöstä. Usean disruptiivisen teknologian yhdistäminen on osoittautunut myös erittäin tehokkaaksi. (Kauppila et al. 2022)

Uusilla digitaalisilla teknologioilla tarkoitetaan neljännen teollisen vallankumouksen teknologioita tai niin sanottuja Industry 4.0 -teknologioita, jotka ovat lähteneet liikkeelle datan merkityksen kasvamisesta ja sen hyödyntämisestä teollisten prosessien kehityksessä. Näitä teknologioita voidaan käyttää myös erilaisten kiertotalouden liiketoimintamallien yhteydessä. Tässä keskeisiä asioita ovat kasvavan datamassan hallinta ja hyödyntäminen mahdollisimman laajasti ja helposti. Teknologiat jaetaan dataa kerääviin, dataa integroiviin ja dataa analysoiviin teknologioihin, jotka liittyvät vahvasti toisiinsa. (Väisänen 2021, Ranta et al. 2021)

Kuva 2. Industry 4.0 teknologiat (Väisänen, 2021)



Väisänen (2021) kumppaneineen tunnistivat tutkimuksessaan useita konkreettisia hyötyjä, **joilla digitaalisten teknologioiden mahdollistamat ratkaisut edistävät resurssitehokkuutta, tuotteiden elinkaarien pidentämistä ja materiaalivirtojen sulkemista.** Digitaalinen palvelu on tietyt ehdot täyttäessään monistettavissa maailmanlaajuisiksi liiketoiminnaksi, mikä nostaa niiden kiinnostavuutta ja alalla toimivien yritysten valuaatioarvoja.

Dataa keräävät teknologiat

Digitaalisten teknologioiden hyödyntäminen lähtee datan keräämisestä. Dataa kerääviin teknologioihin lukeutuvat RFID-teknologiaan pohjautuvat sensorit, esineiden internet (IoT) sekä ihmisiä, koneita ja tietokoneita yhdistävät (Cyber Physical Systems) CPS-järjestelmät. Sensoreiden kehittymisen ja hintojen laskun myötä kerättävän datan määrä kasvaa jatkuvasti ja asettaa vaatimuksia datan varastoinnille ja hallinnalle. Datan suuren määrän takia datan hallinta vaatii paljon laskentatehoa ja tallennuskapasiteettia. Haastatteluissa dataa keräävät ratkaisut saivat huomiota erityisesti kiertotalousraaka-aineiden laadunvarmistuksessa ja takaisin jäljityksessä häiriötilanteissa. Dataa keräävät ratkaisut on tunnistettu kiertotaloutta voimakkaasti edistäviksi toimiksi.

Dataa keräävien teknologioiden suurimpina hyötyinä nähdään mahdollisuus saada dataa asioista, joiden mittaaminen ei aiemmin olisi ollut mahdollista sekä uudet dataan keskittyvät innovaatiot. Ne mahdollistavat yritysten sisäisen toiminnan kehittämistä esimerkiksi uusien liiketoimintamallien, prosessien optimoinnin, paremman päätöksenteon ja asiakasymmärryksen kautta. IoT-teknologian avulla kerätyn datan avulla voidaan optimoida prosessien resurssitehokkuutta ja mahdollistaa tuotteiden osien uudelleenvalmistusta tai ennakoita tuotteiden huoltotarvetta. Keräämällä dataa asiakkaalta tuotteiden käyttötavoista, voidaan tuotteita kehittää entistä kestävämmiksi ja siten pidentää niiden käyttöikä. Dataa keräävien teknologioiden hyödyt kohdistuvat enimmäkseen resurssitehokkuuden parantamiseen ja osin tuotteiden elinkaaren pidentämiseen. (Väisänen 2021)

Esimerkiksi yrityksessä, joka vuokraa työkaluja rakennusteollisuuden käyttöön, hyödynnetään dataa kerääviä teknologioita monin tavoin. Tietoa kerätään IoT-sensoreiden avulla työkalujen sijainnista ja kunnosta ja tallennetaan data pilvipalveluun. Asiakkaille tieto jaetaan verkko- ja mobiililiittymien kautta, joihin pääsee käsiksi RFID-tunnisteiden kautta. Asiakas saa esimerkiksi käyttöohjeet ja tiedot työkalun huoltotarpeesta sitä kautta. Työkalujen sijainnin ja kunnan seuranta mahdollistaa niiden tehokkaan käytön ja minimoi varastointitarpeen, minkä avulla voidaan tyydyttää asiakastarpeet pienemmällä määrällä työkaluja. Huoltotarpeen ennakointi puolestaan pidentää työkalujen käyttöikä. (Ranta et al. 2021)

Dataa analysoivat teknologiat

Suurten datamäärien kerääminen, varastointi ja hallinta luovat tarpeen dataa analysoivien teknologioiden käyttöönotolle. Tässä merkittävä teknologia on Big Data -analyysi, joka tuottaa tehokkaasti entistä parempia ja tarkempia dataan pohjautuvia tuloksia nopeasti ja tehokkaasti. Tämä mahdollistaa päätöksentekoprosessien tehostamisen ja helpottumisen merkittävästi. Datan analysoinnin tukena voidaan hyödyntää tekoälyä (Artificial Intelligence, AI) ja koneoppimista (Machine Learning). Tekoäly mahdollistaa laitteiden älykkään toimimisen ennalta syötettyjen oppien perusteella, kun taas koneoppimisella mahdollistetaan laitteen oma kehittyminen ja oppiminen oman toimintansa perusteella. (Väisänen 2021, Ranta et al 2021)

Dataa analysoivien teknologioiden avulla organisaatiot saavat tarvitsemansa tiedon entistä nopeammin ja yksityiskohtaisemmin, mikä auttaa päätöksenteossa ja koko toimitusketjun hallinnassa. Suurimmat hyödyt saadaan resurssitehokkuuden optimoinnissa ja materiaalikiertojen sulkemisessa. (Väisänen 2021)

Eräs uusiutuvista raaka-aineista polttoaineita valmistava yritys hyödyntää toiminnassaan dataa kerääviä, integroivia sekä analysoivia teknologioita. Se hyödyntää IoT-teknologiaa omien sisäisten prosessiensa sekä tuotantoketjunsä materiaalivirtadatan keräämiseen. Se hyödyntää pilvipalveluita näiden valtavien datamäärien integrointiin ja analysointiin. Tässä erityisesti tekoäly ja koneoppiminen ovat yritykselle keskeisiä työkaluja. Yritys käyttää analysoitua tietoa prosessien optimointiin tuotteen laadun parantamiseksi ja kustannusten vähentämiseksi sekä prosessien mukauttamiseen erilaisten sivuvirtamateriaalien hyödyntämisen mahdollistamiseksi.

Dataa voidaan käyttää myös ennustamaan uusiutuvien raaka-aineiden saatavuutta ja tuotteiden kysyntää. Kaiken kaikkiaan yrityksessä digitaaliset teknologiat mahdollistavat radikaaleja parannuksia sekä kiertotalouden näkökulmasta sekä arvon luomista uuden liiketoimintamallin kautta, mikä saadaan aikaan sekä kustannusten alenemisen että tulojen kasvun kautta. (Ranta et al. 2021)

Dataa integroivat teknologiat

Pilvipohjaiset ratkaisut mahdollistavat suurten datamäärien varastoinnin, integroinnin ja hallinnan. Datan keskitetty varastointi mahdollistaa myös datan laajemman hyödyntämisen ja yhdistelyn sekä tiedonsiirron ja jakamisen eri toimijoiden välillä. Datan määrän kasvaessa datan muoto voi vaihdella paljon ja siksi datan hyödyntämisen helpottamiseksi tarvitaan datan yhtenäistämistä ja standardointia. Datan jakamiseen liittyen voivat haasteeksi muodostua tietoturvakysymykset ja datan dynaaminen yhtäaikainen hallinta. Näitä haasteita voidaan ratkaista esimerkiksi lohkoketjuteknologian (Blockchain) avulla, joka mahdollistaa datan hallinnan turvallisesti monen toimijan kesken pitämällä datan eheänä ja vain haluttujen käyttäjien hallinnoimana.

Dataa integroivat teknologiat mahdollistavat laajemman datan hallinnan ja myös ulkoisista lähteistä saatavan datan hyödyntämisen. Tämä mahdollistaa paremman tuotteisiin ja tuoteketjuun liittyvän datan hallinnan ja seurannan, mikä on oleellista muun muassa erilaisten vaihdanta- ja yhteistyöalustojen toimivuuden kannalta. Näissä esimerkiksi materiaalin laatutiedon kytkeminen määrä- ja sijaintitietoon on keskeistä. Dataa integroivien teknologioiden hyödyt liittyvät erityisesti materiaalikiertojen sulkemiseen.

Eräs metsäkonevalmistaja hyödyntää dataa kerääviä ja integroivia teknologioita toiminnassaan. Se kerää IoT-dataa koneen käytöstä ja kunnosta ja tallentaa datan ensin itse koneelle, josta se siirtyy pilvipalveluun. Datan integroinnissa käytetään ERP-systeemiä, jonka kautta tietoa voidaan hyödyntää huoltotoimenpiteiden suunnittelussa ja tuotekehityksessä. Koneiden käyttödataa on voitu hyödyntää muun muassa niiden polttoaineenkulutuksen vähentämisessä ja koneiden kulutuskestävyyden parantamisessa.

Asiakkaat voivat puolestaan tilata järjestelmän kautta uudelleenvalmistettuja osia ja komponentteja koneisiinsa. Ennakoiva huoltotarpeen arviointi ja uudelleenvalmistettujen osien helppo saatavuus asiakkaille on parantanut asiakastyytyvääisyyttä ja samalla se mahdollistaa resurssitehokkuuden parantamisen ja kiertojen sulkemisen. Yritys on pystynyt osin siirtymään koneiden myynnistä palvelun myymiseen. (Ranta et al. 2021)

2.4.2 Digitalisaatio mahdollistajana – datan rooli kiertotaloudessa

Tuotteiden ja palveluiden elinkaaresta ja niihin liittyvien arvoverkkojen arvonluonnista ja materiaalivirroista kertova data voi tukea sekä strategista että operatiivista päätöksentekoa esimerkiksi tuotesuunnittelussa, hankintaketjun kehittämisessä ja kiertotalouden liike-toimintamallien kehittämisessä.

Dataa ovat esimerkiksi yrityksen varastotilanne, tuotteen materiaalit, ostokäyttäytymisen, tuotteen ja tuotannon suorituskyky, CO₂-päästöt ja jäähdytysvesivirran lämpötila sekä määrä. Digitalisaation suurimmat mahdollisuudet liittyvät tietoihin tuotteiden (materiaalien) sijainnista, laadusta, saatavuudesta, yms. Myös uudet hienostuneet alustaratkaisut on tunnistettu markkinapotentiaalia kasvattavana tekijänä; tuotteet ja prosessit digitalisoidulla palveluilla voidaan tarjota laajalle asiakaskunnalle. (Toivanen, 2017)

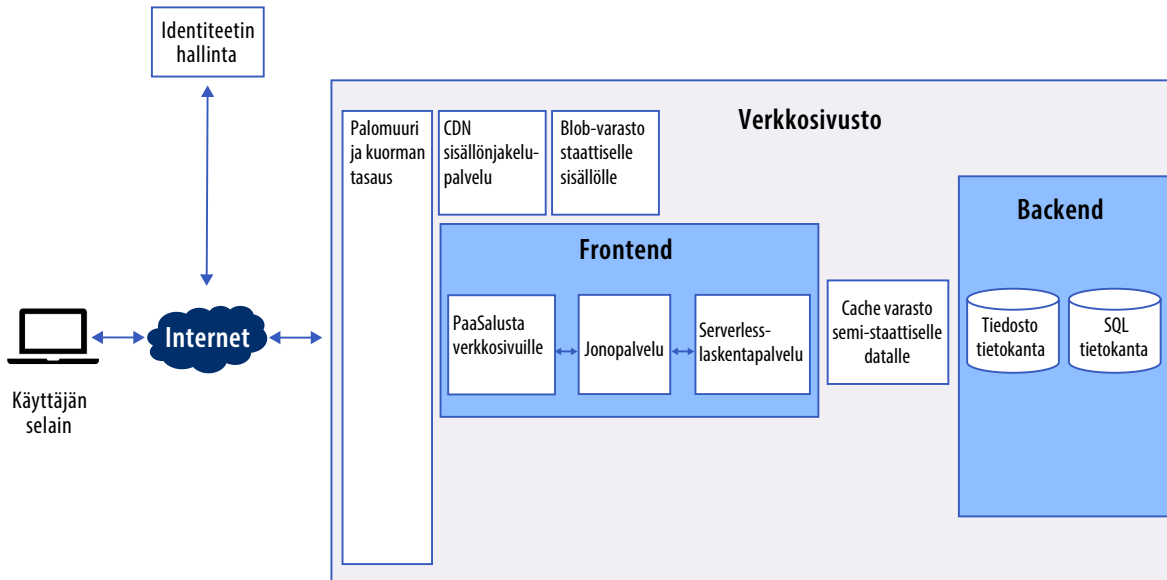
Organisaatio, jolla on kilpailijoitaan parempi ymmärrys markkinatilanteesta, toimitusverkosta, tuotantotehtävistä, tuotteista ja palveluista sekä asiakkaista, on huomattavan vahvassa asemassa kilpailussa vähemmän tietopääomaa omaavia organisaatioihin verrattuna. Tiedon tarve korostuu erityisesti kiertotaloudessa, jossa onnistunut tuotteiden ja materiaalien arvon optimointi ja kierto edellyttävät ymmärrystä asiakkaiden ja organisaatioiden tarpeista sekä tuotteiden ja materiaalien arvosta. Datalla itsellään ei kuitenkaan ole arvoa, vaan arvo syntyy vasta, kun datasta jalostetaan hyödynnettävässä muodossa olevaa tietoa ja sitä käytetään päätöksenteon tukena.

Kiertotaloudessa datan arvo syntyy jakamisesta. Yhteistyö datan keräämisessä ja jakamisessa sekä tehokas tiedonkulku toimitusketjussa on tunnistettu ratkaisevan tärkeäksi datan arvon hyödyntämiseksi verkottuneessa kiertotaloudessa. Datan jakaminen tuotteen tai palvelun arvoketjussa voi olla mahdollistamassa muun muassa hankintaketjujen optimointia, innovointia yhdessä asiakkaiden ja alihankkijoiden kanssa, kuluttajien ja investoijien luottamuksen kasvattamista sekä riskinhallintaa.

Datan jakaminen tarkoittaa prosessia, joka mahdollistaa yhden tai useamman sisäisen tai ulkoisen toimijan pääsemisen käsiksi tähän tietoon. Datan jakamisen taso kertoo kuinka suuri osa tiedosta, minkä tyyppistä tietoa ja kuinka monen eri toimijan kanssa tieto on jaettu (Nordic Innovation, 2021). Mitä enemmän dataa jaetaan, sitä suuremmaksi jalostetun datan arvo voi nousta.

Datan jakaminen on yleisesti useimmilla toimialoilla alkuvaiheessa ja datan hyödyntäminen on ollut toistaiseksi varsin epäformaalia (Gartner, 18.1.2022). Yksittäiset datapohjaiset ratkaisut eivät ole yhteensopivia keskenään, eivätkä mahdollista tehokasta datapohjaisen liiketoiminta-arvon saavuttamista. Esimerkiksi tietoa uusiokäytön materiaalivirroista on saatavilla, mutta datan automaattiselle yhdistämiselle ei ole edellytyksiä, koska samasta asiasta voidaan kertoa useilla eri tavoilla.

Kuva 3. Tyypillisen skaalautuvan pilvipohjaisen verkkosivuston ylätason arkkitehtuuri kirjautumisella.



Kuvassa 3 esitetään tyypillisen kirjautumisen vaativan skaalautuvan pilvipohjaisen verkkosivun arkkitehtuuri. Moderneille verkkosivupalveluille on hyvin tyypillistä työkuorman jakautuminen ja suorittaminen tehtäväpohjaisesti jonojen avulla. Taustalla tähän on tehokas pilvipalveluiden skaalautuvuuden mahdollistaminen kustannustehokkuuden, responsiivisuuden ja paremman saatavuuden mahdollistamiseksi.

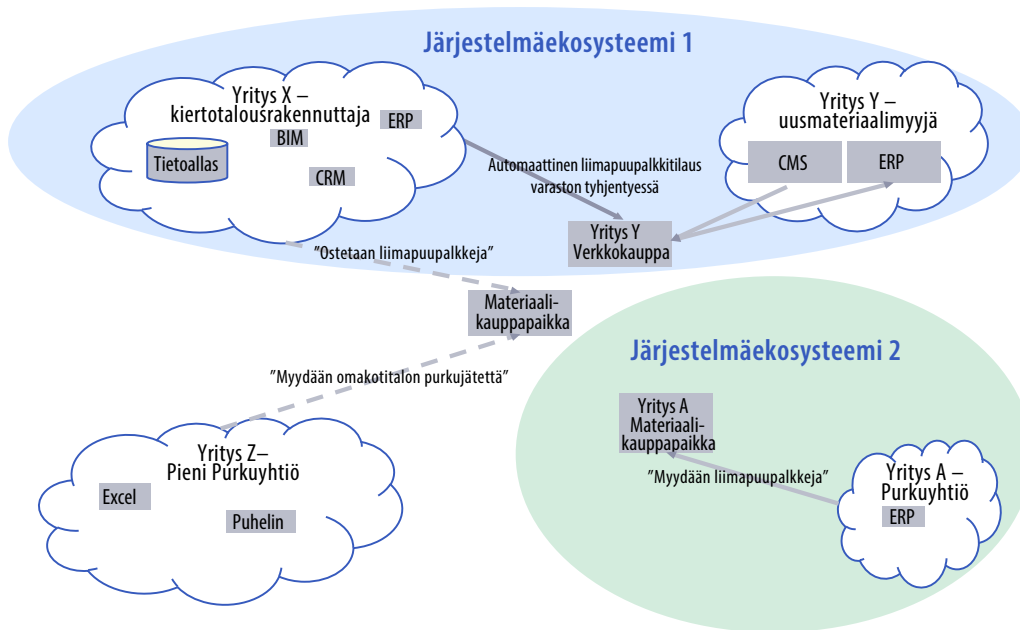
Viimeaikaisia merkittäviä muutoksia on myös identiteetin hallinnassa, jossa identiteetin hallintaa tarjoaa yhä useampi kolmannen osapuolen palvelu, esimerkiksi Facebook-tilin avulla palveluihin kirjautumista hyödyntää yhä useampi kuluttaja. Yrityskontekstissa, etenkin pienten ja keskisuurten yritysten piireissä, hyödynnetään yhä useammin Google- ja Microsoft-tiliä.

Ohjelmistorajapintojen ja tiedon jälleenhyödyntämisen helppous on verkkosivujen rakentajan motiiveista ja osaamisesta riippuvaista: miten hyvin ohjelmistorajapinnoista osataan kehittää hyödyntämiseen sopivia verkkosivuston ulkopuolella? Tämän kaltaisiin arkkitehtuureihin perustuu suurin osa nykyisistä materiaalien kauppapaikoista.

Kuvassa 4 esitetään kiertotalouden digitalisaation nykytilanteelle tyypilliset kaksi pääongelmakategoriaa, joissa kysyntä ja tarve eivät kohtaa. Todellisuudessa nykytilanteessa on muitakin kiertotalouteen liittyviä palveluita kuin kauppapaikat, eivätkä nämäkään ole mihinkään kokonaisuuteen kytköksissä.

Kuva 4. Yksinkertaistava, kokonaisuutta kuvaava nykytilan arkkitehtuuri.

Avoin verkko



- Datan laatu:** Kuvassa yritys X on teknologisesti ja rakennusteknisesti edistynyt kiertotalousrakentaja, joka haluaa rakentaa asiakkaalleen autotallin hyödyntäen kierrätettyjä liimapuupalkkeja. Yritys X etsii yhdestä materiaalikauppapaikasta liimapuupalkkeja ja kun niitä ei löydy, hän jättää myös ostoilmoituksen. Tämän jälkeen Yritys Z, joka on pieni ja digitalisaatiota vain kevyesti hyödyntävä purkuyhtiö, jättää omakotitalon purkujätteestä ilmoituksen kauppapaikkaan. Vaikka tuo omakotitalo sisältäisikin myytäviä ja käyttökelpoisia liimapuupalkkeja, kysyntä ja tarjonta eivät koskaan kohtaa epästandardoidusta datasta johtuen. Myyjä ja ostaja puhuvat samasta asiasta eri tasoilla ja ilman asiantuntijatyötä tai merkittäviä tekoälyinvestointeja ilmoituksia ei ole helppoa yhdistää.
- Yhteisten alustakäytäntöjen puute:** Kuvassa yritys X etsii yhä liimapuupalkkeja. Samaan aikaan teknologisesti edistynyt Yritys A on tehnyt omaan materiaalikauppapaikkaansa ilmoituksen kierrätetyistä liimapuupalkkeista. Kysyntä ja tarjonta sijaitsevat eri kauppapaikoissa, eikä toistaiseksi ole olemassa järjestelmää, joka yhdistäisi nämä yritykset tai kauppapaikat keskenään. Kysynnän ja tarjonnan kohtaamiseen tarvitaan ihminen tai alustojen välinen alusta.

Uusiomateriaalien kysynnän ja tarjonnan kohtaamattomuuden vuoksi yritys X päätyy tilaamaan tutulta yritys Y:ltä neitseellisestä materiaalista valmistetut palkit automaatiota hyödyntäen. Esimerkiksi tästä syystä neitseellisen materiaalin hyödyntäminen on halvempaa ja helpompaa.

Toimialakohtaiset erot datan jakamisessa ovat merkittäviä, ja esimerkiksi **finanssisektorilla datakäytäntöjä on yhdistetty säädösten pakottamana**. Lähes toimialasta riippumatta digitalisointi ja datapohjaiset ratkaisut ovat vasta tulossa tai ensimmäisen sukupolven ratkaisuihin. Toimialat, joilla regulaatio on pakottanut jakamaan datan ja/tai ohjelmistorajapinnat avoimeen käyttöön, ovat onnistuneet nivomaan datapohjaisia liiketoimintamalleja osaksi arjen liiketoimintaansa. Käytännössä monissa, esimerkiksi rakennusteollisuuden ja kemianteollisuuden parissa toimivissa, yrityksissä vasta selvitetään datan hyödyntämisen tilannetta. Haastatelluissa yrityksissä ei vaikuttanut olevan mallia datan jakamiseen toisten kanssa ja datan jakamisessa nähtiin suuria vaaroja: toimijoiden välillä ei vaikuta olevan mitään toimivaa tuotonjaon mallia, joka tekisi tiedon jakamisesta kannattavaa.

Esimerkkejä rakennetun ympäristön tietomalleista

Building Information Model

Kiertotalouden kannalta esimerkiksi rakentamisessa tietoa talletetaan yhä enenevässä määrin niin sanottuun BIM-malliin (Building Information Model). BIM pitää sisällään laajasti tietoa rakennuksen rakenteista ja materiaaleista, joita rakentamisessa on käytetty. Tämän tiedon käyttäminen mahdollistaa tulevaisuudessa rakennuksen purkamisen aikaisen rakennusjätteen kuvaamisen ja niiden uudelleenkäytön.

Kira dataflow -hanke

Rakennetun ympäristön osalta Suomessa on käynnissä muun muassa KIRA Dataflow -hanke, jossa luvataan, että keväällä 2022 "Hankkeen tuloksena syntyy kokonaiskuva kiinteistö- ja rakennusalan yksityisten toimijoiden digitaalisen tiedon tilanteesta." (Ympäristöministeriö, 17.5.2021)

2.4.3 Digitalisaation ja dataan hajautuneisuuden liittyviä ongelmia

Läpinäkyvyys materiaalivirtoihin ja niiden arvoon muuttaa myös markkinatoimijoiden keskinäisiä kilpailuasetelmia. Materiaalin omistajat haluavat hyötyä materiaalien uusiokäyttöarvosta ja jätealan toimijat saattavat menettää katteitaan, koska ne toimivat eri jätetyyppien käsittelymaksujen pohjalta. (Silfver, 2021)

Digitaalisuus ei välttämättä johda aina päästövähennyksiin, mikä voi vaikuttaa negatiivisesti ilmastotavoitteiden saavuttamiseen. Esimerkkinä voidaan pitää suoratoistopalveluiden käytön yleistymistä. Erityisesti musiikin kuuntelun osalta kyseiset palvelut ovat korvanneet fyysiset musiikkitalenteet. (Teosto, 2021) Fyysisten tai digitaalisten, käyttäjän omistamien, tuotteiden korvautuessa suoratoistopalvelulla aiheutuu jokaisesta kuuntelukerrasta päästöjä, jotka riippuvat myös palveluntarjoajien palvelimien sijainnista. (Pesonen, 2020) Kiertotalouden periaatteiden toteutumisen kannalta onkin tärkeää kiinnittää huomiota digitalisaation vaatiman sähköntuotannon vihreyteen ja ohjelmistokoodin laskentatehovaatimuksiin. Erityisesti pilvipalveluiden käytön lisääntyessä ja laskentatehovaatimusten kasvaessa korostuu konosalien hiilitase, joka riippuu voimakkaasti konosalin käyttämän energian päästökertoimesta sekä konosalin tuottaman lämmön hyötykäyttömahdollisuuksista. (Pelto, 2020)

Esimerkki haasteista: Tuoteilmoitukset materiaalitori palvelussa

Datan hajautuneisuutta ja datan laadun ongelmaa kuvaa hyvin materiaalitori.fi-verkkopalvelun ilmoitukset eräänä talvipäivänä 2022: puu-aiheisia ilmoituksia oli 4 kpl, niistä 2 oli tarjotaan- ja 2 etsitään-ilmoituksia. Yhdessä ilmoituksessa tarjotaan ”Neljän purettavan omakotitalon purusta syntyvää kierrätyspuuta” ja toisessa etsitään ”Käyttökuntoista lankkua, levyä, liimapuuta ja kiertopuuta. Kaikenkokoiset tuotteet kiinnostavat.” Ihminen ymmärtää ilmoituksista, että niissä voisi olla ainakin osittainen kaupanteon mahdollisuus. Yksinkertaiset ohjelmistot eivät osaa yhdistää tarjoajaa ja ostajaa esimerkin tilanteessa. Omakotitalon puu ei ilman datan ymmärtämistä ole sama asia kuin lankku tai levy, vaikka ok-talossa voikin olla esimerkiksi vaneria seinän materiaalina ja lankkua rungon tukirankana. (Materiaalitori, 2022)

Purkamiseen erikoistunut toimija nosti haastattelussa esille saman haasteen. Yritys tekee paljon rakennuspurkua ja heille helppoa kierrätettävää ovat muun muassa hallirungot, kierreportaat ja nosto-ovet eli suhteellisen arvokkaat ja suoraan käytettävät kokonaisuudet.

Datan keskittymisen vaikutuksia on vaikea arvioida kiertotalouden kannalta, mutta esimerkkejä eri toimialoilta on olemassa. Datan keskittyessä harvoille toimijoille voivat materiaalivirrat keskittyä harvojen toimijoiden hallintaan. Keskittyvät data- ja materiaalivirrat herättävät kysymyksen: ”Keskittykö liiketoiminnan tuomat suurimmat tuotot FAANG-yhtiöiden kaltaisille toimijoille, jotka hallitsevat dataa?” Toistaiseksi kiertotaloudessa ongelma on lähinnä päinvastainen, data on hajaantunut useille eri toimijoille, eikä ole näin hyödynnettävissä täysimääräisesti.

2.4.4 Digitaalisten ratkaisujen ja datan hyödyntämiseen vaikuttavat tekijät

Digitaalisten ratkaisujen hyödyt on tunnistettu monien kiertotalouden liiketoimintamallien toteuttamisessa. Keskeisenä on jatkuvasti kasvavan datamassan hallinta sekä hyödyntäminen mahdollisimman laajasti ja helposti. Monet näistä ratkaisuista ovat melko uusia ja siksi niiden käyttöönotto on vielä alkuvaiheessa. Edelläkävijät voivat olla jo pitkällä, mutta tarkasteltaessa esimerkiksi pk-sektoria, ollaan siellä yleisesti vielä lähtökuopissa.

Digitalisaation käyttöön vaikuttavista tekijöistä ei ole vielä kovin laajalti olemassa tutkittua tietoa. Kiertotalouden digitaalisia ratkaisuja ja kestäväää kehitystä yhdistävän tutkimuksen ja julkaistujen artikkelien määrä on kasvanut hurjasti viimeisten parin vuoden aikana, mikä kuitenkin osoittaa kiinnostuksen heränneen. (Antikainen et al. 2018)

Digitaalisten ratkaisujen käyttöön liittyvät esteet voivat olla taloudellisia (taloudellisten hyötyjen mittaamisen haasteet, taloudellinen kannattavuus); **rakenteellisia** (puutteellinen tiedonvaihto, epäselvä vastuunjako), **toiminnallisia** (infrastruktuuriin liittyvät, toimitusketjun hallintaan liittyvät) **tai asenteisiin liittyviä** (kestävän kehityksen merkitys, riskien välttäminen). Lisäksi voi esiintyä myös teknisiä esteitä, jotka liittyvät esimerkiksi tuotesuunnitteluun tai digitaalisten teknologioiden integrointiin nykyisiin tuotantoprosesseihin (Antikainen et al. 2018).

Vaikka digitalisaation myötä saatavilla olevan tiedon määrä ja tarkkuus on lisääntynyt eksponentiaalisesti, datan integraatioon liittyviin kysymyksiin ei ole panostettu riittävästi. Myös **datan omistajuuteen liittyvät kysymykset koetaan usein haasteeksi**. Ne voivat liittyä datan jakamiseen kilpailijoiden kesken, yksityisyyden ja omistusoikeuksien suojaamiseen sekä luottamuksen puutteeseen. Myös yhteistyöhön liittyvät haasteet on tunnistettu merkittäviksi. Tähän voi liittyä muun muassa sopivien kumppaneiden löytäminen, eri osaamisten yhdistäminen ja eri näkökulmien viestiminen kuluttajille. Kiertotalouden ja digitalisaation asiantuntijat eivät aina puhu ”samaa kieltä”, eivätkä ymmärrä toisen alan merkitystä. (Antikainen et al. 2018)

Myös haastattelemamme asiantuntijat niin yrityksissä kuin tutkimuslaitoksissa peräänkuuluttivat **tarvetta törmäyttää ICT- ja kiertotaloustoimijoita niin, että alat eivät kehitysi erillisinä, vaan ratkaisuisa näkyisi kokonaisvaltainen ymmärrys kiertotaloudesta, liiketoiminnasta ja digitalisaatiosta**. Ratkaisujen toteutuminen ei aina ole vain yhden teknologian mahdollistama tulos, vaan tarvitaan laajempaa teknologista kehitystä ja investointeja teknologioiden implementointiin (Väisänen, 2021).

2.4.5 Datan jakamisen ja hyödyntämisen edellytykset

Vaikka datan jakamiseen liittyy potentiaalisia hyötyjä, on sen jakamisessa myös haasteita. Datan jakamisen haasteet liittyvät muun muassa jaettavan tiedon luotettavuuteen: kuka kantaa riskin, jos tieto on väärää? Lisäksi jaettavaksi tarkoitetun tiedon kerääminen voi olla vaikeaa tai kallista ja yhteiset määrittelyt ja metodologiat tiedon keräämiselle sekä hallinnalle voivat puuttua. Datan jakamisen ja hyödyntämisen edellytyksenä on datan yhtenäisyys ja korkea laatu.

Vaikka kaikki data olisi julkisesti jaettu ja löydettävissä, olisi sen arvo todennäköisesti matala, koska samasta asiasta käytettäisiin eri ilmaisua ja sama ilmaisu toisessa yhteydessä tarkoittaisi eri asiaa: lankku on puutavaraa, vaneri on puuviilulevyä ja lastulevy on puulevyä.

Datan jakamiselle on monesti myös teknisiä esteitä. Data voi olla säilytetty sellaisessa teknologisesti siiloutuneessa rakenteessa, josta sitä ei ole helppo jakaa. Data saattaa myös olla huonolaatuista tai sopimattomassa muodossa tai formaatissa muiden toimijoiden hyödynnettäväksi. Tämän lisäksi tietoturvaan ja yksityisyyteen liittyvät kysymykset voivat aiheuttavat haasteita. Tässä **lainsäädännön ja kannustimien lisääminen kansallisella tai EU-tasolla voi olla merkittävä edistävä tekijä datan jakamiseen perustuvien ekosysteemien synnylle**. Pohjoismaat ovat globaalisti digitalisaation ja teknologioiden käyttöönoton edelläkävijöitä, jolloin kannustavalla lainsäädännöllä ja investoinneilla voi olla erityisen merkittävä vaikutus datan jakamisen edistämässä.

Lisäksi toimijat voivat pitää datan jakamista uhkana kilpailukyvyilleen tai pelätä datan jakamisesta seuraavaa kielteistä palautetta esimerkiksi kuluttajilta. Yritys voi pelätä omistamansa kriittisen ja arvokkaan datan leviämistä kilpailijalle. Myös datan jakamisella saavutettavien hyötyjen ymmärrys voi olla alhaisella tasolla, jolloin puuttuu kannusteet datan jakamiseen ja tarvittavien investointien tekemiseen. Kulttuuri voi estää datan jakamisen, jos organisaatiossa ei ole luottamusta datan jakamisen pelisääntöjen noudattamiseen tai siitä saatavaan tulokseen. Toisaalta kyse voi olla myös tiedon puutteesta kiertotalouteen ja datan jakamiseen liittyen, mikä voi vahvistaa organisaation sisällä vallitsevaa kielteistä asennetta. (Nordic Innovation, 2021)

Tärkeimmäksi kiertotalouteen liittyvän datan ominaisuudeksi nouseekin datan laatu. Ilman toimivia datamääritelmiä materiaaliavirtojen automatisointi ei onnistu ja ilman automatiikkaa uusiomateriaalin hinta nousee ihmistyövaatimuksen takia helposti korkeammaksi kuin neitseellisen materiaalin. Ongelma korostuu edullisen materiaalin pienehköjen erien saattamisessa käyttökelpoisiksi. Yksittäinen korkean jalostusasteen ehjä puutuoli kannattaa ihmisen arvioida, mutta vastaava viiden kilogramman erä lastulevymassaa ei enää ole ihmisarvion tekemisen arvoista. Vaikka kierrätys toimii tässä esimerkkinä, sama ongelma voidaan havaita myös muissa kiertotalouden toimintamalleissa, esimerkiksi laitevuokrauksessa tarvitaan vielä ihminen usein kuntotarkastuksen tekijäksi.

Lähes yhtä tärkeänä edellytyksenä on datan saatavuus. Data tulee olla luotettavasti saatavilla ja jalostettavissa. Pienemmätkin datamäärät tulee saada käsittelyyn samalla tavalla kuin suuret. Datan käsittely ei edullisten materiaalien ja pienien määrien kohdalla saa edellyttää yhtään ihmistyötä. Haastatelluissa yrityksissä ei vaikuttanut olevan mallia datan jakamiseen toisten kanssa, vaan useissa niistä data kerättiin esimerkiksi verkkosivuston kautta omaan tietovarastoon, josta muut saattoivat käyttää tietoa saman tai toisen verkkosivuston kautta.

2.4.6 Miten datan hyödyntämistä voidaan edistää?

Aiemmin esille nostettuja kiertotalouden datan jakamisen esteitä voidaan poistaa tehokkaasti koulutuksella ja muulla tiedon lisäämisellä, julkishallinnon kannustimilla ja lainsäädännöllä sekä teknisten kyvykkyyksien parantamisella. **Erityisen merkittävä tekninen ratkaisu ekosysteemisen kiertotalouden edistämiseksi ovat digitaaliset alustat.** Alustataloudella viitataan markkinaan, jossa tavallisesti digitaalinen alusta mahdollistaa toimijoiden kohtaamisen. Useiden toimijoiden kohtaamisen synnyttämä **verkostovaikutus ruokkii kasvua ja alustan ympärillä toimivan ekosysteemin menestystä.** Esimerkiksi ylijäämäruoan hyötykäyttöön on kehitetty useampiakin alustoja, kuten ResQ, Fiksuruoka ja Matsmart. Mitä enemmän alustalla on laadukasta ruokatarjontaa, sitä enemmän ylijäämäruoan kysyntä lisääntyy ja päin vastoin.

Digitaaliset alustat tuottavat paljon hyvää, mutta toisaalta alustoihin on liittynyt myös paljon ongelmia ja lieveilmiöitä, kuten vallan ja varallisuuden keskittymistä, työolojen heikkenemistä ja markkinoiden vääristämistä. **Digitaalisten tuotteiden hyvä skaalautuvuus on aiheuttanut sen, että paras toimija markkinoilla tulee saavuttamaan hyvin suuren tai jopa täyden markkinaosuuden ajan kuluessa.** Tästä seuraa kilpailun loppuminen markkinoilla, joka voi johtaa moniin lieveilmiöihin, kuten tiettyjen tuotteiden tai toimijoiden suosimiseen tai sulkemiseen pois markkinoilta. Googlen EU:n tuomioistuimelta saamat sakot omien tuotteiden suosimisesta Googlen alustalla on esimerkki tästä.

Alustatalouden mallin ei kuitenkaan välttämättä tarvitse olla yhdelle voittoon tavoittelevalle toimijalle keskitetty. Digitaaliset alustat voidaan tuottaa myös muita lieveilmiöiden syntymistä estäviä malleja tai sääntelyä noudattaen. Esimerkiksi osuuskuntapohjainen malli, jossa kaikki alustan toimijat omistavat osan alustasta on esimerkki tällaisesta demokraattisemmasta ja arvoa tasaisemmin kaikille alustan toimijoille jakavasta mallista (Karhu, 26.11.2021). Toisaalta tämä ei myöskään tarkoita sitä, että yhden voittoon tavoittelevan toimijan alustat olisivat lähtökohtaisesti huonoja. Yhden toimijan omistamat alustat voivat kehittyä nopeammin ja tuottaa paremmin arvoa kaikille ekosysteemin toimijoille. Tällöin esimerkiksi julkishallinnon lainsäädännön ja kannustimien avulla voidaan ohjata alustan toimintaa.

Digitaalinen alusta on erityisen arvokas pienille ja keskisuurille yrityksille, joilla ei olisi itsenäisenä toimijana pienten volyymien vuoksi mahdollisuutta ylläpitää tarvittavaa infrastruktuuria ja sopimuksia sekä täyttää isompien toimijoiden sopimusvelvoitteita. Mitä useampien toimijoiden ekosysteemeiksi alustat laajentuvat, sitä tärkeämmiksi yhteensopivuus ja standardointi muodostuvat, jotta kaikki toimijat ymmärtävät mistä tietyissä datassa on kyse ja että eri toimijat osaavat käsittelevät dataa samalla tavalla. Esimerkiksi vastuullisuusdatan tulkinnessa on ollut toistaiseksi suuria ongelmia, koska eri toimijoiden ilmoittamat tiedot eivät ole pohjautuneet samaan standardiin, jolloin ne eivät ole olleet yhteismitallisia.

Tietojen yhteentoimivuuden parantamiseen on työn alla useita eri kehityspolkuja. Euroopan unionin datastrategia vuodelta 2020 listaa useita IDS:iä (International Data Space). Tässä datastrategiassa toisena teollisen jälkeen on vihreän kehityksen data-avaruus (Common European Green Deal Data Space). (Euroopan komissio, 19.2.2020)

Lisäksi on käynnissä eurooppalainen, Saksan ja Ranskan aloitteesta syntynyt Gaia-X-tietojärjestelmien kehittämisprojekti. Suomessa Gaia-X on järjestäytynyt Sitran vetämänä. Saadun tiedon mukaan tavoitteena olisi saada aikaiseksi tuon datastrategian ja Gaia-X:n pohjalta jonkintasoinen kiertotalouden data-avaruus vuoden 2022 ensimmäisellä puoliskolla.

Datan ja rajapintojen standardointi edistää myös datan jakamisen maturiteetin kasvamista, minkä avulla uusia innovatiivisia kyvykkyyksiä, kuten älykkäät sopimukset, end-to-end-jäljitettävyys ja benchmarkkausta, voidaan hyödyntää osana kiertotalouden markkinan kehitystä. Eri lähteistä kootun kokonaisvaltaisen datan arvo on huomattavasti suurempi kuin näiden datojen arvon summa.

Kiertotalouden skaalautuvuuden kannalta on tärkeää pystyä arvioimaan, mitä dataa tarvitaan, mitä dataa kerätään ja miten dataa jaetaan. Nämä kysymykset asettavat myös tarpeen arvioida ekosysteemien ja alustojen välistä yhteistoimintaa. Toiminnan ja markkinoiden kannalta ei välttämättä ole optimaalista synnyttää yhtä ekosysteemiä, joka

toimii yhtä digitaalista alustaa hyödyntäen. Ketterämpi, joustavampi ja tehokkaampi malli voi syntyä usean pienemmän ekosysteemin ja alustan yhteistoiminnassa, jolloin tiiviin vuorovaikutuksen ekosysteemit voivat olla satunnaisemmassa vuorovaikutuksessa toisten ekosysteemien toimijoiden kanssa.

Keskenään vuorovaikutuksessa olevat ekosysteemit voisivat mahdollistaa tehokkaasti sekä lokaalin että globaalin materiaalin kierron ja arvon säilyttämisen tarkoituksenmukaisella tavalla. Useiden epäsäännöllisesti vuorovaikutuksessa olevien toimijoiden tapauksessa yleisesti ja yhteisesti sovitut pelisäännöt ja standardit muodostuvat yhä tärkeämmiksi, jotta yhteistoiminta on mahdollista toteuttaa tehokkaasti. **Laajeneva ja kasvava materiaalien ja tuotteiden kierto voivat toisaalta aiheuttaa myös haasteita.** Teoriassa optimaalisen kierron tason valinnan pitäisi tuottaa eniten arvoa toimijoille, koska tällöin tuotteeseen sitoutunut arvo voidaan säilyttää tehokkaimmin. On kuitenkin myös mahdollista, että epätäydellinen tiedon ja datan virtaus sekä polkuriippuvuudet tai muut liiketoiminnalliset tekijät voivat saada kiertotalouden alustan toimimaan tehottomalla tai epäedullisella tavalla.

Materiaalien uusiokäyttö edellyttää varmennettua tietoa materiaaleista. Aluksi pitää tietää materiaalin olemassaolosta, esimerkiksi rakennusten materiaalitietojen pohjalta (esimerkiksi digitaalinen materiaali/kiertotalouspassi). Kun rakennuksen korjaus tai purkaminen on suunnitteilla ja materiaalit halutaan uusiokäyttää, pitää saada tarkempaa tietoa materiaalien kunnosta ja kelpoisuudesta sekä siitä voidaanko materiaalit irrottaa ehjinä. Tätä tarkoitusta varten on kehitetty esimerkiksi saksalainen EPEA:n (kehdestä kehtoon) Cradle to Cradle -kiertotalouden sertifiointimalli ja sen sisältämä Building Material Scout -tietokanta. Vastaavanlaisia materiaalipasseja on kehittänyt myös hollantilainen Madaster.

Kaikki edellä mainitut materiaalitiedot lisäävät uusiokäyttöarvoa. Kaikesta materiaalista ei voida ylläpitää jatkuvasti yksityiskohtaista kuntotietoa, mutta kysyntädatan pohjalta arvokkaiden uusiokäytettävien materiaalien kuntoa voidaan kartoittaa ajoissa ennen purkamista muun muassa purkukartoituksen avulla.

Datan standardointiin liittyy läheisesti myös raportoinnin standardointi. IFRS on perustanut vuonna 2021 kansainvälisen vastuullisuuden standardointihallituksen (ISSB), jonka tavoitteena on tuottaa kokonaisvaltainen perusta vastuullisuuden ja kestävä kehityksen standardien osalta sijoittajille ja muille rahoitusmarkkinoiden toimijoille, jotta eri toimijat voivat tehdä informoituja kestävä kehityksen sijoituspäätöksiä (IFRS, n.d.).

Vastaavasti Iso-Britannia on ensimmäinen G20-maa, jossa pörssiyritysten on täytynyt alkaa raportoida ympäristöriskejä ja -mahdollisuuksia TCFD-suositusten mukaisesti. (Gov.uk, 29.10.2021)

2.4.7 Digitaaliset alustat ja työkalut kiertotaloudessa

Useat yritykset pyrkivät maksimoimaan kilpailuetunsa muihin toimijoihin verrattuna kehittämällä digitaalisia työkaluja soveltumaan erityisesti oman toimintansa tukemiseen. Koor-dinoimattomassa tilanteessa tämä usein johtaa rinnakkaisten järjestelmien kehitykseen, kuten osittain on käynyt rakennusalalla. (Uosukainen, 2021)

Digitaalisia alustoja voidaan käyttää kaikilla kiertotalouden sektoreilla työkaluna materi-aalitehokkuuden lisäämiseen ja erityisesti materiaalikiertojen kaventamiseen, hidastami-seen/pienentämiseen ja sulkemiseen. Toiminnan vaikutukset riippuvat muun muassa eri materiaalien määristä sekä niiden toimittajista ja käyttäjistä.

Erilaisten teollisuudessa, rakentamisessa ja purkamisessa syntyvien sivutuotteiden hyö-dyntämiseksi ja kannattavan liiketoiminnan luomiseksi tarvitaan (reaaliaikaista) tietoa käyttökelpoisista materiaaleista, niiden määristä ja ominaisuuksista sekä sijainnista. Neit-seellisten materiaalien korvaaminen uusiokäyttömateriaaleilla aiheuttaa useita muutoksia organisaatioiden perinteiseen toimitusketjuun. **Kiertotalouden ekosysteemien yhtey-dessä kannattaa rakentaa arvoverkostoja lineaaristen ketjujen sijaan.** (Silfver, 2021)

Digitaaliset alustat yhdistävät materiaalien tarjoajat ja käyttäjät. Ne voivat toimia materiaa-lien markkinapaikkoina, edistävät markkinoiden syntymistä, tuottavat uusia tuoteinnovaa-tioita, synnyttävät erilaisia palveluita ja kiihdyttävät tuotekehitystä.

Erilaisia materiaalien ja sivuvirtojen, tuotteiden ja tarvikkeiden vaihdantaan tarkoitettuja digitaalisia alustoja ja markkinapaikkoja on rakennettu runsaasti. Nämä voivat olla laajaan käyttöön tarkoitettuja yleisiä sivuvirtojen tai tavaroiden markkinapaikkoja (esimerkiksi materiaalitori.fi tai tori.fi) tai kohdistua tietyn tyyppisiin materiaaleihin (esimerkiksi Maa-pörssi) tai rajatuille fyysisille alueille (esimerkiksi sivuvirtapörssi.fi – Satakunnan elintarvi-keteollisuuden sivutuotteiden digitaalinen markkinapaikka).

Näiden alustojen toimivuus ja toimintavolyymi vaihtelevat paljon. Joitakin menestysta-rinoita on, kuten kuluttajille suunnattu tori.fi, mutta suureksi osaksi nämä alustat jäävät melko suppeaan käyttöön. Haasteena on, ettei niitä löydetä, jolloin käyttäjien ja ilmoi-tusten määrät jäävät liian vähäisiksi, eikä saavuteta niin sanottua kriittistä massaa, joka takaisi alustan toimivuuden. Lisäksi useat markkinapaikat kilpailevat keskenään. Monet edellä mainituista digitaalisista alustoista on kehitetty julkisvetoisesti (julkisen organisaat-ion rahoittamana kehitysprojektina esimerkiksi EAKR), jolloin niiden toiminnan jatkuvuus on epävarmaa julkisen rahoituksen loppuessa. Alustojen toiminnan rahoitus ei pohjaudu arvon tuottamiseen alustan käyttäjille, ja alustan kehitystä ohjaavat muut asiat kuin arvon jakaminen alustan käyttäjien kesken, nopea monen suuntaisen markkinan kasvattaminen sekä leimahduspisteen tavoittelu. Näillä alustoilla ei myöskään useimmiten ole kykyä skaa-lata palvelujaan kaupallisin perustein.

Digitaaliset materiaalimarkkinat ovat vielä toteuttamatta: tulevaisuudessa tarvitaan tiiviimpää vuorovaikutusta ja tiedonvaihtoa eri alustojen välillä. Toimialarajat ylittävien digitaalisten alustojen sekä alustojen ympärille kehittyvien ekosysteemien tulee sujuvoittaa materiaalikiertoihin liittyvää tiedonvaihtoa. Kun digitaaliset alustat saadaan tarjoamaan rajapintojen kautta tietoa muille alustatalouden toimijoille, ovat datapohjaisten innovaatioiden mahdollisuudet mittavat. (Silfver, 2021)

Rakennusala on perinteisesti tunnistettu fragmentoituneeksi ja konservatiiviseksi alaksi, joka ei lähtökohtaisesti tue yhteistä innovaatio toimintaa. Varsinaiset rakennetun ympäristön projektit, sisältäen purku- ja saneeraustyömaat, ovat lisäksi paikkaan sidottuja ja kertaluonteisia. Edellä mainitut toimialakohtaiset ominaispiirteet luovat painetta viranomaisien ja julkisten toimijoiden suuntaan. Arvoketjun tulisi olla mahdollisimman läpinäkyvä ja taaksepäin jäljitettävissä. (Uosukainen, 2021)

Toisaalta rakennusala on viime aikoina herännyt digitaalisuuden ja datan mahdollisuuksiin aivan uudella tavalla ja siellä on monenlaista kehitystä käynnissä. Myös monia digitaalisia alustaratkaisuja on käytössä ja kehitteillä rakennusalalla.

Läpinäkyvyys ja jäljitettävyys on nostettu esille myös bio- ja kemianteollisuutta käsittelevässä vastuullisuuskeskustelussa ja kiertotaloustoiminnassa. Innovaatioihin pohjautuvilla aloilla digitaalisten työkalujen käyttöönoton kynnys on matalampi.

Materiaalivirtojen ja muiden fyysisten tuotteiden lisäksi digitaalisten alustojen avulla on mahdollista jakaa tietoa. Haastatteluissa nostettiin esille, kuinka kiertotalous voisi hyötyä moderoiduista kiertotalouteen ja tiedonjakoon keskittyvistä ammattialustoista. Ajatuksen nostaminen ideatasolle ja valmiiksi tuotteeksi voisi nopeutua huomattavasti sopimalla tiedonjaosta alustalla, jossa esitettyihin kysymyksiin muilla olisi mahdollisuus tarjota vastauksia. Toimintamallia hyödynnetään paljon erityyppisillä foorumeilla yksityishenkilöiden välillä, mutta yritysten välillä puhutaan vielä hyvin marginaalisesta toiminnasta.

Kasvat jättekustannukset eri toimialoilla lisäävät kysyntää materiaalimarkkinoille, joten digitaalisia markkinapaikkoja tarvitaan väistämättä vastaamaan lisääntyvään kysyntään. Digitalisaatio mahdollistaa muun muassa paremman materiaalien ja jätteiden jäljitettävyyden ja tekoälyratkaisuja hyödyntämällä voidaan paremmin yhteensovittaa materiaalien kysyntää ja tarjontaa. Näin digitaalisista alustoista kehitetään tehokkaampia ja älykkämpiä kokonaisuuksia, jotka avaavat mahdollisuuksia uusille palveluille ja kiertotalouden erilaisille liiketoimintamalleille. Eri lähteistä olevan tiedon yhdistäminen ja datan siirtyminen eri alustojen välillä voisi merkittävästi kasvattaa ja laajentaa alustojen käyttöä ja niistä saatavia hyötyjä.

Kiertotalousalustan suunnittelu

Kiertotalousalusta voi potentiaalisesti tarjota uusia liiketoimintamahdollisuuksia monille toimijoille. Alustan suunnittelussa on tärkeää ymmärtää, mitkä asiat saavat yritykset mukaan alustalle, mitä alustalle osallistuminen niiltä vaatii ja millaisella strategialla alustaa kannattaisi kehittää. (Silfver, 2021)

Vetovoimatekijät

Kiertotalouden ja digitalisaation tulee olla strateginen tavoite toimijoille ja heidän on löydettävä uusia liiketoiminnan mahdollisuuksia ja kustannussäästöjä lyhyellä aikavälillä. Kiertotalous tarjoaa monenlaisia rooleja yrityksille muun muassa materiaalien myymisen, hyödyntämisen, jalostamisen ja logistiikan osalta. Digitaalinen alusta toisi lisäksi erilaisia palvelutarjoajan ja konsultoinnin rooleja. Alusta voisi tarjota uusia kumppanuuksia ja asiakkaita, tai yritykset voisivat laajentaa palvelutarjontaansa alustan kautta. Toisaalta arvoa voi löytyä kustannussäästöistä tai tehokkaammista prosesseista.

Vaatimukset osallistumiselle

Jotta yritys voi osallistua alustalle ja löytää siitä lisäarvoa toiminnalleen, on yrityksen osaamisen niin kiertotalouden kuin digitalisaation suhteen oltava riittävällä tasolla. Onkin todennäköistä, että kiertotalousalustan aikaiseen kehitykseen ja alustalla toimimiseen osallistuvat yritykset ovat kiertotalouden ja digitalisaation edelläkävijöitä. Myös alustan suunnittelussa oikeiden sidosryhmien tunnistaminen ja sitouttaminen on avainroolissa, ja katse kannattaakin kääntää korkean maturiteetin organisaatioihin. Maturiteetista voivat viestiä aiemmat panostukset kestäväan kehitykseen, yrityksen arvot ja linjaukset kestäväan kehityksen edistämiseksi sekä tehdyt kokeilut, tuotteet ja palvelut kiertotaloudessa ja digitalisaatiossa.

Voittavan alustan ja ekosysteemin kehittäminen

Tällä hetkellä syntyy paljon kilpailevia kiertotalouden digialustoja, jotka eivät saavuta kriittistä massaa. Tämän vuoksi kiertotalouden ekosysteemin yhteinen alustastrategia ja kehityspanku on tärkeässä asemassa. Yksittäisten markkinapaikkojen sijaan tulisi saavuttaa jaettu ymmärrys kiertotalousalustan visiosta ja laittaa kehityspanoksia tällaisen jaetun vision saavuttamiseksi. Vaikuttavuuden tulisi olla tavoitetilan keskiössä.

Kehityksen eteenpäin viemiseksi tarvitaan sekä julkisen että yksityisen sektorin investointeja ja ekosysteemin yhteisiä toimintamalleja. Kehitystä tulisi edistää ketterästi ja kokeillen, jotta arvoa alkaa muodostua jo varhaisessa vaiheessa ja ekosysteemin sidosryhmien hyötyjä päästään validoimaan. Toisaalta kiertotalousmarkkina on vasta alussa ja alustan kehitys tulisi kytkeä markkinakehityksen tahtiin. Liiketoiminnan innovaatiot ja alustan toimintamallit ovat globaalisti skaalattavia ratkaisuja, sen sijaan materiaali-kiertojen ja ekosysteemien tulisi toimia paikallisella tasolla.

2.5 Analyysi ja johtopäätökset

Kiertotalouden digitalisaatio on maailmanlaajuisesti monilta osin vasta alkuvaiheessa ja kehitettävää on paljon, mutta ensimmäisiä ratkaisuja ja toteutuksia on jo markkinoilla. Neitseellisten materiaalien korvaaminen kiertomateriaaleilla ei ole useimmissa tapauksissa suoraviivaista ilman dataa hyödyntäviä digitaalisia teknologioita. Datan hyödyntämisen ja jakamisen käytäntöjen kanssa painitaan toimialasta riippumatta, ja vasta harvoissa asiayhteyksissä on löydetty organisaatorajoja ylittäviä hyviä toimintamalleja.

Tässä luvussa toimintatapoja tarkasteltiin niin yksittäisten yritysten, alustojen kuin yritys-hautomoiden näkökulmasta. Nykytilan kuvaus luo pohjan tavoitearkkitehtuurille sekä kiihdyttämötoiminnan digitalisaatioon liittyvien suositusten määrittelemiseksi.

2.5.1 Suomella potentiaalia kiertotalouden digitalisaation kärkimaaksi

Suomi tavoittelee asemaa kiertotalouden kärkimaana, mutta se on jäänyt selkeästi alle EU:n yhdyskuntajätteille ja rakennusjätteille asettamien kierrätysastetavoitteiden. Suomessa ei ole vielä juurikaan skaalautuvia digitalisaatiota hyödyntäviä kiertotalousratkaisuja ja yleisestikin kiertotalouden digitalisaatiossa operoidaan melko matalalla kypsyytasolla, vaikka osaamista löytyy niin materiaali-innovaatioiden kuin digitaalisten ratkaisujen osalta.

Suomella on edellytykset kiertotalouden digitaalisten innovaatioiden kärkeen, mutta nykyisellä kehityskululla kiertotalouden digitalisaation merkittävät ratkaisut tullaan kehittämään Suomen ulkopuolella. Suomalaiset yritykset ovat tunnetusti edelläkävijöitä ICT:ssä ja innovaatio toiminnassa, mutta kiertotalous ja digitaaliset ratkaisut yhdistäviä toimenpiteitä tarvitaan.

Eri toimialoilla, ja eri toimialat ylittävissä yhteishankkeissa, kiertotalousratkaisuja kehitetään vauhdilla, mutta digitalisaatio tuntuu olevan ehdolla keinovalikoimissa valitettavan harvoin. Toisaalta ideoita siitä, mitä digitaalisilla ratkaisuilla ja alustoilla voisi saada aikaan, osataan visioida, mutta konkreettisia kokeiluja on edelleen varsin vähän. Kehityksen painopiste tulee siirtää kohti käytännön toteutuksia. Globaali matala lähtötaso ei ole pelkkä haaste, vaan myös mahdollisuus kehittää alusta asti ratkaisuja ja ekosysteemejä oikeaan suuntaan.

2.5.2 Digitalisaation tuoma lisäarvo yritysten kiertotalousliiketoimintaan

Digitaalisilla ja dataa hyödyntävillä ratkaisuilla voidaan parantaa käytännössä kaikkia kiertotalouden liiketoimintamalleja, mitä myös luvussa 3.2. esiteltävä EU:n digitaalinen tuote-passi edistää. Esimerkiksi materiaalin tuottajan ja käyttäjän yhdistävälle alustalle voidaan luoda automaattisia ja älykkäitä sopimuksia, tuotteen elinkaarta voidaan pidentää tunnistamalla ongelmallisia suunnitteluvaihtoja, ja ennakoiva ja läpinäkyvä tuotantoketju mahdollistaa kiertävät raaka-aineet, resurssien talteenoton ja optimaalisen tuotantomäärän.

Digitaaliset alustat eivät siis ole pelkkiä kauppapaikkoja, vaan dataa yhdistelemällä voidaan luoda muutakin arvoa erilaisten palveluiden kautta. Digitaalisten alustojen pitäisi tukea sitä, että tunnistetaan ja saadaan talteen sellaiset tuotteet, joille on juuri nyt korkean arvon säilyttävää kysyntää (esimerkiksi kodinkoneet, kipsilevyt tai ehjät ikkunat purkutyömailla).

Paras vaikuttavuus saadaan, kun tuote pystytään pitämään sen alkuperäisessä käyttötarkoituksessa mahdollisimman pitkään tai vaihtoehtoisesti jatkokehittämään korkeamman jalostusarvon tuotteeksi. Markkinoilla on jo joitakin tähän tarkoitettuja alustoja, mutta ne eivät tällä hetkellä tavoita kriittistä massaa, koska ne ovat syntyneet ilman yhteistä koordinaatiota. Tällaisten alustojen elinkaari voi jäädä lyhyeksi, kun riittävää ansaintaa ja kehitystä ei saada aikaiseksi. Kriittisen käyttömäärän saavuttamiseksi tarvitaan yhtenäisesti toimiva, koordinoitu tiedonvaihtotapa/dataekosysteemi, eikä vain irrallisia alustoja.

Yksittäisten toimijoiden väliset alusta- ja digitalisaatioratkaisut voivat palvella isoja markkinatoimijoita, jolloin ne rajoittuvat kahdenvälisiksi toimitusketjuiksi. Pienet ja keskisuuret toimijat tarvitsevat laajempia ekosysteemejä, joissa myyjiä ja ostajia olisi jatkuvasti riittävästi erikokoisille materiaali- ja tuotevirroille. Toisaalta globalisaatio on näyttänyt, että laajemmat ekosysteemit luovat tavallisesti myös suurille toimijoille paremmat olosuhteet menestyä. Täten on olemassa tarve palvelut ja ekosysteemit yhdistävälle alustaekosysteemille, joka kokoaa toimijat yhteen muodostaen mielekkään markkinan erilaisille lisäarvopalveluille. Tällainen yhteen toimivien alustojen kokonaisuus ohjaisi toimijoita kehittämään ratkaisujaan systemaattisesti. Samalla myös julkisen rahoituksen mielekkyys paranee, kun hyödyt leviävät laajemmalle.

Digitaaliset ratkaisut tukevat myös tuote palveluna -tyyppisiä liiketoimintamalleja, jotka ovat erityisen tehokkaita edistämään kiertotaloutta, koska niissä kiertotaloudelle suotuisa toiminta on luontaisesti kaikkien osapuolten etu.

2.5.3 Julkisen sektorin rooli kiertotalouden digitalisaation vauhdittamisessa

Kiertotalouden alustojen kehityksessä kannattaa hakea uudenlaisia rahoitusmalleja sekä julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyömalleja. **Julkinen sektori tarvitaan luomaan digitaalista luotettavaa tiedonvaihtoa tukevaa infrastruktuuria.** Ekosysteemin kehittämisen hyödyt jakautuvat laajasti koko yhteiskunnalle, jolloin julkinen tuki on perusteltua. Vaihtoehtoisesti alustojen kehittämisessä voidaan kokeilla osuuskunta-, säätiö- tai vastaa- via organisoitumis- ja rahoitusmalleja, jolloin kaikki alustasta hyötyvät toimijat rahoittavat kollektiivisesti alustakehitystä.

Yritysten tulee osallistua aktiivisesti alustojen kehittämiseen, jotta ne voivat toteuttaa kiertotalouteen pohjautuvia liiketoimintainnovaatioita. Avointen tietopalustojen ja rajapintojen avulla uusiokäyttö helpottuu, turvallisen käytön valvonta mahdollistuu ja viranomaiset voivat tehokkaasti tunnistaa ja poistaa sääntelyn esteitä. Julkinen rahoitus on äärimmäisen tärkeää, mutta liian usein hankkeissa tuotetut ideat ja ratkaisut eivät kanna enää hankekauden päätyttyä, mikä kasvattaa kokonaiskoordinaation merkitystä.

2.5.4 Datan hyödyntämistä varjostaa standardien puute ja luottamuspula

Suurimpina haasteina datan hyödyntämisessä kiertotalouden digitalisaatiossa nähdään datastandardien puute ja pelko datan jakamiseen liittyvistä haitoista. Yritykset pelkäävät menettävänsä datan avaamisen myötä kilpailuedun kannalta kriittistä tietoa. Datan jakaminen ei vaadi automaattisesti täydellistä läpinäkyvyyttä, sillä digitaaliset teknologiat mahdollistavat pseudo/anonymisoidun datan käyttämisen. On kuitenkin tärkeää säilyttää jäljitettävyytieto järjestelmässä mahdollisen reklaamatiilanteen, materiaalien alkuperän varmistamisen tai muun arvoketjuun liittyvän jäljitettävyystarpeen varalta.

Tarvitaan useita käytännön sovellutuksia ja demonstraatioita jaetun datan päälle rakennetuista palveluista, joiden avulla eri toimijat voivat arvioida saamaansa lisäarvoa ja tehdä sen pohjalta päätöksiä liittyen esimerkiksi investointeihin tai lainsäädäntöön. Toimijoiden välistä luottamusta ja käytettäviin järjestelmiin kohdistuvaa luottamusta tulee rakentaa yhteistyöllä.

Datan jakamisen ja lisäarvon muodostamisen esteinä on todettu myös puutteelliset datastandardit ja yhteinen kieli. Esimerkiksi materiaaleille voisi löytyä uusiokäyttöä, mutta tieto materiaalin nimestä ja ominaisuuksista saattaa olla sellaisessa muodossa, ettei potentiaalinen hyödyntäjä löydä sitä etsimillään kriteereillä. Datastandardien puuttuminen aiheuttaa muitakin haasteita, esimerkiksi datan liikkuminen palveluiden välillä rajapintojen kautta on tehotonta, jos eri palveluntarjoajat esittävät tietoineistonsa omista lähtökohdista

valitussa muodossa. Standardien puutteeseen on herätty, ja standardointityö on käynnistynyt, mutta standardityön hyödyt pääsevät realisoitumaan vasta, kun standardit on suunniteltu ja niitä päästään hyödyntämään käytännön työssä.

2.5.5 Digitalisaatio on hyvä renki – asiakaslähtöisyydellä luodaan kilpailuetua

Asiakaslähtöinen palveluiden ja tuotteiden kehittäminen ja asiakasymmärryksen täysimittainen hyödyntäminen on verrattain uutta liiketoiminnassa ja sen edistämiseen tulee panostaa esim. osaamista ja ajattelutapaa uudistavilla toimilla. Kiertotalouden piiriin kuuluvat tuotteet ja palvelut pitää paketoita houkuttelevasti niin, että ne vastaavat tunnistettuihin asiakastarpeisiin kyseisillä markkinoilla. Asiakasvaatimuksia kartoitettaessa tulee huomioida uudenlaisten toimintamallien ja prosessien integroinnin tuki ostajalle ja kuluttajalle.

Digitalisaatio on välttämättömyys toimivassa kiertotalousmarkkinassa. Sen arvioidaan edesauttavan kiertotaloutta tehokkaasti tuotteiden elinkaaren eri vaiheissa. Tällöin digitaalisten ratkaisujen negatiiviset ympäristövaikutukset jäävät pieniksi verrattuna kiertotalouden tuomaan säästöön neitseellisissä luonnonvaroissa ja päästöissä tuotantoprosesseissa. Digitaalisuuden hyödyntämistä pitää kuitenkin tutkia kokonaisvaikutusten näkökulmasta. Esimerkiksi teknologiavalinnoissa tulee ottaa huomioon valittujen ratkaisuiden aiheuttama kokonaiskuormittavuus esim. suuren laskentatehovaatimuksen ja energiakulutuksen takia julkisen lohkoketjuteknologian hyödyntämisessä voi piillä riski energiankulutuksen kasvuun liittyen.

2.5.6 Kiertotalouden ekosysteemien ja hautomoiden digitalisaation nykytilanne Suomessa ja Pohjoismaissa

Suomalaisissa ja pohjoismaisissa kiertotalouden ekosysteemeissä, hautomoissa ja kiihdyttämöissä kiertotalouden digitalisaatiota ei vielä hyödynnetä merkittävästi. Sen merkitys koetaan arvokkaaksi, mutta sekä julkisten että yritysten orkestroimissa kiertotalouden alustoissa ja ekosysteemeissä hyödynnetään perinteisiä digityökaluja ja -alustoja. Johtavissa kiihdyttämöissä, kuten Loop Digital Ecosystem ja Circulars Accelerator, digitalisaatio edesauttaa ja nopeuttaa toimijoiden kontaktointia, tukee ekosysteemin toimijoiden verkottamisessa ja tarjoaa (kustannus)tehokkaan työkalun tunnistaa globaaleja kiertotalouden startup- ja kasvuyrityksiä.

Kiertotalouden ekosysteemit hyötyisivät erityisesti materiaalivirroista, tuotteiden elinkaaresta, järjestelmien ja arvoverkkojen toiminnasta ja tehokkuudesta sekä asiakkaiden

käyttäytymisestä kertovan datan keskinäisestä jakamisesta ja hyödyntämisestä. Hauto-
moissa ja ekosysteemeissä digitalisaatio voi tehokkaammin palvella esimerkiksi asiakashal-
lintajärjestelmien ja erilaisten alustojen kautta uusien ekosysteemitomijoiden, eli asiak-
kaiden ja toimittajien saavuttamista. Lisäksi asiakkaista kertyvän datan ja sen analysoinnin
pohjalta voidaan parantaa asiakasymmärrystä ja arvonaluontia asiakasnäkökulmasta.

2.5.7 Ohjenuorat tavoitetaan

Alla on esitetty tilannekuvasta johdetut hypoteesit, jotka toimivat tavoitearkkitehtuurin
suunnittelua ohjaavina kysymyksinä.

Kysymykset tavoitearkkitehtuurin suunnitteluun

1. Tavoitearkkitehtuurin tulee tukea laajojakin muutoksia mahdollisimman hel-
posti. Sen pitää mahdollistaa uudenlaisten toimintatapojen, palveluiden, toi-
mijoiden ja teknologioiden yhteensopivuus myös tulevaisuudessa. Millai-
silla arkkitehtuuripäätöksillä ja rakennuspalikoilla tuetaan monimuotoista ja
muuttuvaa toimintaympäristöä?
2. Kiertotalouden kannalta merkittävät järjestelmät ja palvelut eivät ole kyt-
keytyneenä toisiinsa. Voidaanko yhdistävä alustaratkaisu toteuttaa? Millai-
nen tämän ratkaisun tulisi olla ja miten sellainen kannattaisi pystyttää? Mitkä
ovat yhdistävän alustan ydinpalveluita ja rajapintoja muihin alustoihin ja
ekosysteemin jäsenten omiin järjestelmiin? Löytyykö markkinoilta vastaavia
alustoja?
3. Datan standardointia pitää lisätä ja mahdollisuuksien mukaan kiihdyttää.
Muodostuvien standardien jalkautuminen eri sidosryhmien arkeen pitää
varmistaa. Millä tavoilla standardien muodostamista voidaan helpottaa ja
nopeuttaa? Millaisilla keinoilla syntyvistä standardeista voidaan viestiä ja var-
mistaa niiden laaja käyttöönotto? Miten tietomalleista, standardeista ja tie-
don varastointiratkaisuista voidaan tehdä dynaamisia, ja tarttua kehittyvän
kiertotalousmarkkinan eri materiaalien uusiokäyttömahdollisuuksiin ja kar-
tuttaa jatkuvasti rikastuvaa tietopohjaa?
4. Jäljitettävyyden ja läpinäkyvyyden tarve tulee kasvamaan tulevaisuudessa,
kun asiakkaiden kiinnostus kestävästi ja vastuullisesti toteutettujen tuot-
teiden kulutukselle kasvaa. Viherpesua tehneet yritykset ovat vähentäneet
kuluttajien luottamusta yritysten toimiin, jolloin jäljitettävyyttä ja läpinäky-
vyyttä lisäävät ratkaisut mahdollistavat vastuullisesti tuotettujen tuotteiden
markkinoiden kiihdyttämisen.

Kysymykset kiertotalouden ekosysteemien, hautomoiden ja kiihdyttämöiden toimenpiteiden ehdotusten suunnitteluun

1. Kiertotalouden uudenlaista arvoa luovien ja digitalisaatiota ja dataa hyödyntävien innovaatioiden syntyminen vaatii luottamukseen perustuvaa yhteistyötä, yhteisinnovointia ja datan jakamista toimijoiden kesken. Miten ja millä toimenpiteillä erilaiset hautomot, kiihdyttämöt ja ekosysteemit voivat tällaista yhteistyötä vauhdittaa?
2. Tällä hetkellä kiertotalouden digitalisaatiota ja dataa hyödyntävät ratkaisut ovat Suomessa ja kansainvälisesti vielä pitkälti yksittäisiä ja hajanaisia, ja toimijoiden on hankala arvioida, mihin ekosysteemeihin ja datavirtoihin kiinnittyminen palvelee myös tulevaisuudessa. Voivatko hautomot, kiihdyttämöt ja ekosysteemit auttaa ratkaisujen ja toimintakulttuurin muodostumisessa paikallisesti ja kansainvälisesti?
3. Kiertotalouden ja digitalisaation rajapinnalla on osaamisvajetta. Millä toimenpiteillä osaamista voidaan täydentää? Kenen osaamista ja mille pohjalle osaamista tulisi kehittää? Ketkä pystyisivät tarjoamaan koulutusta?
4. Kuinka Suomessa toimivat toimijat voivat linkittyttävä osaksi digitalisaatiota hyödyntävän kiertotalouden kansainvälisiä osaamis-, innovaatio- ja liiketoimintaekosysteemejä?

Julkisella sektorilla tulee olemaan merkittävä rooli kiertotalouden kiihdyttämisessä, sillä luottamuksen puute ekosysteemin toimijoiden välillä aiheuttaa merkittävää hitautta kiertotalousratkaisujen kehittämisessä ja skaalauksessa. Mikä on julkisen sektorin rooli ja millä toimenpiteillä julkinen sektori voi vauhdittaa kiertotalouden digitalisaatiota?

3 Kiertotalouden tavoitearkkitehtuuri

Kiertotalouden tavoitearkkitehtuuri tarvitaan, jotta kiertotalouden ratkaisujen ja innovaatioiden edellyttämä data saadaan liikkumaan yli toimija- ja toimialarajojen. Kiertotalouden tavoitearkkitehtuuria päätettiin hahmottaa skenaariotyön kautta, koska sen uskottiin tarjoavan erilaisia vaihtoehtoja edistää kiertotalouden digitalisaatiota. Laatomalla neljä toisistaan erilaista maailmantilannetta, jossa kiertotaloudesta on jo tullut valtavirtaa, pystyttiin erottelamaan eri toteutumien hyviä ja huonoja puolia. Lisäksi pohdittiin, kuinka eri skenaariot vaikuttaisivat ekosysteemeihin ja minkälaisen arkkitehtuurin skenaariotyössä muodostetut ekosysteemit vaatisivat toimiakseen. Skenaarioista pyrittiin kehittämään mahdollisimman erinäköisiä ja provosoivia, minkä tarkoituksena oli herättää keskustelua myös julkisen ja yksityisen toiminnan rooleista.

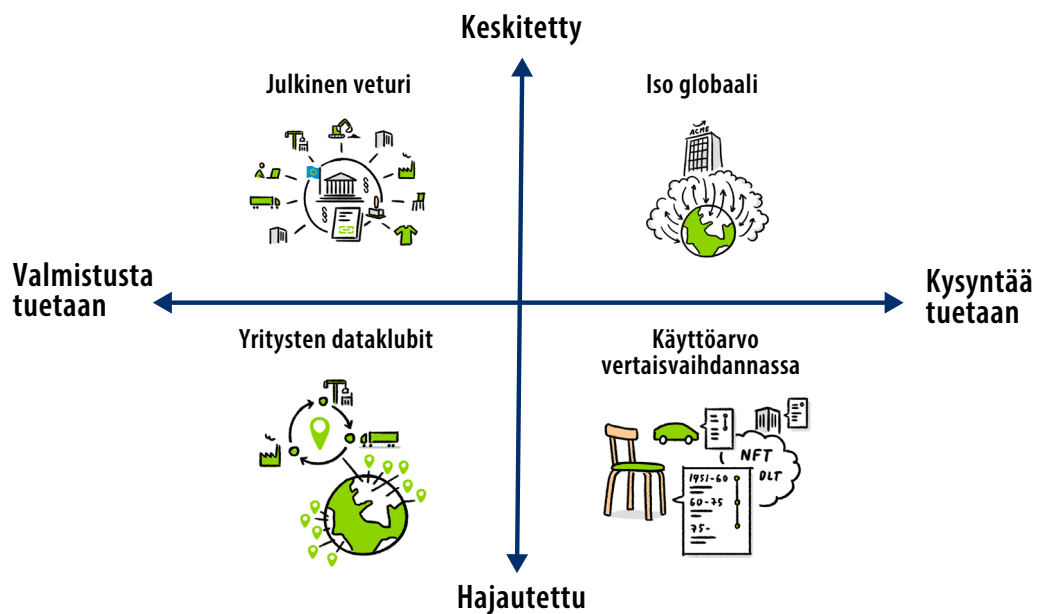
Nelikentän akselistoksi valittiin projektityöryhmän kanssa kaksi jatkumoa. Vaaka-akseli määrittelee kiertotalouden ajurin keskittymisen (keskitetty vs. hajautettu). Pysty-akseli kuvaa kumpaa arvoketjun päätä yhteiskunta on lähtenyt tukemaan tai suosimaan (valmistusta tuetaan vs. kysyntää tuetaan).

Nelikentän eri skenaarioista laadittiin mallit ekosysteemikuvauksen, toimijoiden ja arkkitehtuurin näkökulmasta. Skenaarioissa esiintyy neljä erilaista hypoteettista tulevaisuutta, joissa tutkitaan kiertotalouden ekosysteemiä, niissä olevia toimijoita ja toimijoiden tarpeita palvelevaa arkkitehtuuria. Skenaarioiden välillä yhdistettiin keskitetyn ja hajautetun kiertotalouden omistajuuden sekä kuluttajavetoisen että tuotantovetoisen kiertotalouden erilaisia yhdistelmiä, joista muodostui:

- **Iso globaali** - Kansainvälinen yksityinen toimija nousee selväksi markkinajohtajaksi kiertävän materiaalin kaupassa oman digitaalisen alustansa avulla.
- **Julkisen veturi** – Julkiset toimijat pakottavat, valvovat ja kannustavat materiaalivirtojen kiertoon sekä näyttävät itse esimerkkiä ja kehittävät toimintamalleja. Toimintamalleista muodostuu uusi globaali standardi.
- **Yritysten dataklubit** – Yritykset muodostavat kiertotalouteen keskittyneitä kumppanuuksia, jotka muodostavat lukuisia pieniä ekosysteemeitä. Ekosysteemeillä on omat toimintatavat ja tiedon jakamisen mallit.
- **Käyttöarvo vertaisvaihdannassa** – Kuluttajien arvostus käytettyä tavaraa kohtaan vahvistuu ja jokaisella tavaralla on auton huoltokirjan tyyppinen seurattava historia. Neitseellinen materiaali on kallista ja vähemmän arvostettua.

Skenaarioita tutkittiin työpajoissa ja asiantuntijahaastattelussa. Lisää tietoa skenaarioista liitteissä: ”Liite: Kiertotalouden toteutumisen skenaariot”. Kommenttien ja näkökulmien pohjalta laadittiin suositus tulevaisuuden arkkitehtuurista.

Kuva 5. Kiertotalouden digitalisaation kärjistetyt skenaariot



3.1 Tavoitearkkitehtuurin suunnittelua ohjaavat periaatteet

Tässä luvussa esitetään skenaariotyöpajaan ja projektiryhmän näkemykseen pohjautuva ehdotus tulevaisuuden kiertotalouden digitalisaation tavoitearkkitehtuurista ja tietomallista, joka olisi riittävän joustava tuleville muutoksille.

Arkkitehtuuri ja tietomalli auttaa jalostusarvon säilyttämisessä. Tämä korkea lisäarvo on planeetan kestävyyskannalta suurempi arvo kuin yksittäinen liiketoiminta. Yhtenä esimerkkinä yksittäisen liiketoiminnan ympäristöystävällisyyden haasteista toimii elektroniikan kierrätys. Esimerkiksi pari vuotta käytetty matkapuhelin voisi toimia uudella ohjelmistolla etäkäytettävänä kamerana vielä vuosia. Tämän tyyppistä käyttötapausta ei ole helppo luoda, koska tietoa kierrätettävistä laitteista, joita ei enää käytetä alkuperäisessä tarkoituksessa ei ole määrämutoisena tietona saatavilla. Liiketoiminnan

rakentaminen vain vähän elektroniikkamursketta kalliimpien vanhojen matkapuhelimien varaan ei käytännössä ole tällä hetkellä mahdollista. Esitettävä malli pyrkii mahdollistamaan esimerkin kaltaiset liiketoiminnot ja tukemaan työpajoissa olleiden skenaarioiden parhaiden puolien toteuttamista.

Tavoitearkkitehtuuri muodostuu tietomallista ja ohjelmistoarkkitehtuurista. Molemmat ovat välttämättömiä hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Tietomallin merkitys on noussut jokaisessa keskustelussa vahvasti esille. Käytännössä riittävän yhtenäinen tietomalli on luotava, jotta varmistetaan eri toimijoiden välinen ymmärrys. Tätä tietomallin kehittämistä käsitellään kappaleessa 3.2.

Arkkitehtuurikeskustelussa korostui alkuvaiheessa yksi uusi alusta tai kauppapaikka, joka integroidaan verkoston toimijoiden tuotannonohjaukseen (kuva 6). Tällainen koko maailman kattava superalusta ei kuitenkaan kerännyt kannatusta työpajassa tai haastatteluissa. Hyvinä asioina pidettiin pakotettua datan yhtenäisyyttä ja mallin mahdollistamaa automaattista tietojen siirtoa. Yleisesti potentiaalisena ongelmana pidettiin, kuka keskitettyä alustaa ja siellä käsiteltävää tietoa hallitsee?

Kuva 6. Keskitetyn alustan periaatekuva



Pahimpana vaihtoehtona pidettiin tilannetta, jossa Suomen tai jopa Euroopan ulkopuolinen toimija olisi koko kiertotalouden datasta vastuussa. Suomessa julkiseen toimijaan luotetaan ja edellytykset toimialakohtaisille keskitetyille ratkaisuille ovat olemassa. Yleisesti ottaen tällaisten alustaratkaisujen tulee laajentua yli toimialojen, sillä materiaalin suurin arvo voi olla muualla kuin alkuperäisellä toimialalla. Esimerkiksi rakennuksen purkubetoni, hyväkuntoinen ontelolaatta, voi toimia pienemmässä rakennuksessa tai piharakentamisessa tukirakenteena. Tämä edellyttää usein sekä logistiikan että jonkun välitoimijan, esim. ontelolaatan puhdistamisen ja katkaisemisen tekijän, mukanaoloa. Arkkitehtuurin tuleekin mahdollistaa näiden välitoimijoiden ja logistiikkapartnereiden osallistuminen.

Pienten ja keskisuurten yritysten näkökulmasta ratkaisun on oltava helppokäyttöinen ja kevyt ottaa käyttöön. Kiertotalouden pienten ja paikallisten digialustojen ja palveluratkaisujen kyky palvella pk-yrityksiä on erityisen rajallinen, mikä estää kiertotalouteen siirtymistä niiden osalta. Pk-yrityksillä ei ole usein mahdollisuutta investoida kattaviin toiminnanohjausjärjestelmiin ja niiden hyödynnettävissä olevat materiaaliveirrat ovat usein paljon pienempiä ja sattumanvaraisempia verrattuna suuryrityksiin. Tämä asettaa vaatimuksen: **mikäli pk-sektorin yrityksiä halutaan mukaan kiertotalouden edistämiseen, heille tarjottavia palveluita tai kyvykkyyksiä täytyy kehittää niin helpoksi, ettei kiertotalous itsessään aiheuta sen suurempaa vaivaa heille.**

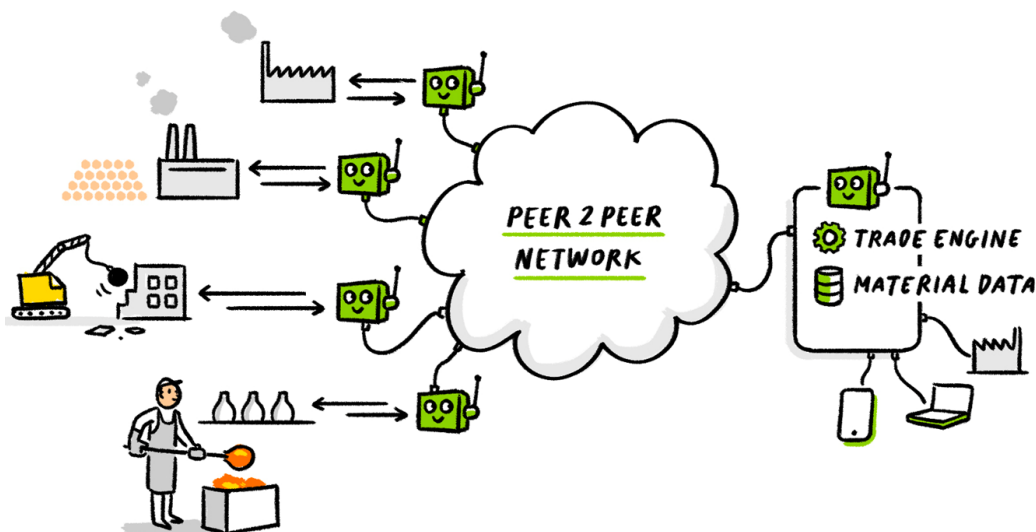
Lopullinen ohjelmistoarkkitehtuurisuositus kokoaa yhteen esitetyt toiveet ja tarpeet sekä ottaa huomioon myös hyvin epäkypsän ja jopa yllättävästi muuttuvan maailmantilanteen. Suositus on nykyaikainen ja kunnioittaa olemassa olevia, pääsääntöisesti Web2.0 -mukaisia toiminnallisuuksia. Puhdasoppisen Web3.0 -arkkitehtuurin käyttämisen arvioitiin aiheuttavan liian suuren vastustuksen perinteisessä liiketoiminnassa.

Nykyisiä ratkaisuja tukeva uusi, laajan tietovaraston käytön mahdollistava malli tulee rakentaa joko olemassa olevia digitaalisia alustaratkaisuja (platform) kokoavaksi sateenvarjoratkaisuksi "platform of platforms" tai nykyisiä ratkaisuja tiedonvaihdolla yhdistäväksi yhdistäväksi ratkaisuksi "between platforms -tiedonvaihto". Työssä suositellaan yhdistävää tiedonvaihtoa, joka tulisi tapahtumaan joko nykyisenkaltaisten API-rajapintojen avulla, tai niistä jalostettujen enemmän toiminnallista älykkyyttä sisältävien kiertotalouteen liittyvään viestintään erikoistuneiden kommunikaatiosovellusten välityksellä. Liittämällä nykyiset ratkaisut tiedonvaihtoteknisesti yhteen saavutetaan myös etu, ettei yhden instanssin toimimattomuus estä kokonaisuuden toimintaa. **Hajautettu ohjelmistoarkkitehtuuri varmistaa huoltovarmuutta ekosysteemien sisällä sekä ekosysteemien välillä.**

Alla olevassa Peer2Peer network –**kuvassa** hajautettujen verkostojen tehokkuus koostuu siihen osallistuvien toimijoiden arvoketjujen, yhteistyön ja niitä muodostavien teknologioiden summasta. Ehdotuksen mukaan, rakenteen täyden potentiaalin saavuttamiseksi, kaikkia näitä **osa-alueita tulee kehittää käyttötapaus kerrallaan tunnistamalla nykytila ja siitä ponnistavat parhaat liiketoimintamahdollisuudet**. Tämä mahdollistaa kiertotalouden edistämisen taloudellisesti kannattavalla tavalla. (Groschopf et al. 2021)

Teknologisesti ehdotus hajautettujen järjestelmien hyödyntämisestä on tulevaisuuteen nojaava mutta ei liian futuristinen. Gartner on arvioinut vuonna 2021 hajautettujen ohjelmistojen olevan maturiteettitasolla, jossa yhä useammat yritykset yrittävät ymmärtää sen mahdollisuuksia liiketoiminnalle. Mahdollisuuksien tunnistamista seuraa pilottivaihe, jonka jälkeen teemaan alkaa syntyä toisen ja kolmannen sukupolven tuotteistuksia. Lisäksi Gartner arvioi, että seuraava maturiteettitaso, jossa hajautetut järjestelmät voivat muuttua valtavirtateknologiaksi saavutetaan nykyisellä kehitystahdilla 5–10 vuoden kuluessa. (Gartner, 14.7.2021)

Kuva 7. Peer2Peer Networkissa, hajautetussa toiminta-arkkitehtuurissa, verkosto muodostuu yksittäisistä toimijoista, niiden välisistä vuorovaikutuksista sekä verkoston muodostavasta toimintatavoista ja niitä tukevista teknologioista.



3.2 Tietomallien kehittäminen kansainvälisessä yhteistyössä

Digitalisaation tehokas hyödyntäminen kiertotaloudessa edellyttää laadukasta, yhtenäistä ja ajantasaista tietoa materiaalivirroista. Toimivat datavirrat edellyttävät datan avointa saatavuutta, toimijoiden välistä luottamusta ja yhteisiä pelisääntöjä datan jakamiseen ja hyödyntämiseen. Yhteensopiva tieto voidaan saavuttaa kahdella tavalla: yhteensovittamalla jo tuotettua tietoa jälkikäteen tai sopimalla yhteiset datamallit ja tuottamalla tietoa niiden lainalaisuuksien mukaisesti.

Mikäli eri järjestelmien dataa olisi riittävästi saatavilla, niin nykyteknologian ja erityisesti tekoälyn avulla voidaan teoriassa yhdistää dataa eri lähteistä. Eri lähteistä tulevan datan yhteensovittaminen vaatii kuitenkin työtä ja tulokset ovat edelleen epävarmoja. Näin ollen laajasti hyväksytyt yhtenäiset datamallit luovat parhaan edellytyksen onnistumiselle.

Yhtenäisen, laajasti hyväksytyt tietomallin kehittäminen tulee toteuttaa vähintään EU-tasoisessa laajuudessa. EU:n alueella käynnissä olevia hankkeita esitellään Euroopan datastrategiassa. Tietoavaruuksia on muodostettu ja arvioitu esim. The International Data Spaces Association (IDSA, n.d.) viitekehityksessä, josta on otettu elementtejä mm. Gaia-X:än toteutuksen perustaksi. Näiden hankkeiden yhteysorganisaatioita Suomessa ovat IDSA:n osalta VTT ja Gaia-X:n osalta Sitra. (European data strategy, 25.5.2022)

Valmiit tietoavaruudet ja niiden kehittämiseen osallistuvat organisaatiot ovat tärkeitä osia myös kiertotalouden tarpeiden analysoinnissa ja mallien toteutuksessa. Huonoimpana vaihtoehtona pidetään tilannetta, jossa Suomeen muodostuu (pahimmillaan useampi) alueellinen oma datamalli, joka ei ole yhteensopiva muiden alueiden tai maiden ratkaisuiden kanssa.

EU:n digitaalinen tuotepassi on tulossa EU:n komission aloitteena regulatiivisena toimena. Se on eräänlainen teemakohtainen rekisteri tai keskitetty tuotteen huoltokirja, jossa on mukana tietoa tuotteen materiaaleista, käytöstä ja käsittelysuosituksista käytössä ja käytön jälkeen. Passilla halutaan edistää tuotteiden vastuullisuutta, arvoketjujen läpinäkyvyyttä ja jäljitettävyyttä, loppukäyttäjien kestäviä kulutusvalintoja, kiertotalousratkaisujen syntyä, tuotetietojen läpinäkyvyyttä, materiaalien seurattavuuden sekä kierrätyksen ja kiertotalouden turvallisuutta.

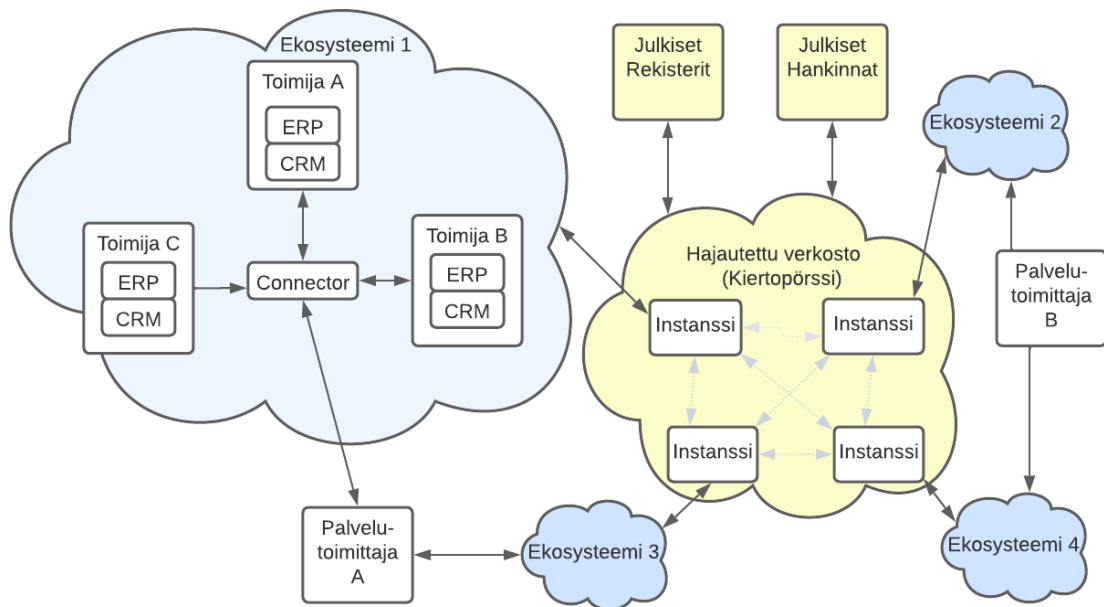
Suomessa tuotepassia on työstetty jo joillakin toimialoilla. Rakennuksen materiaalipassi on digitaalinen tiedosto, johon kerätään tiedot kaikista rakennuksessa käytetyistä materiaaleista. (Nevala, 3.5.2019) Tavoitteena on saattaa rakennukset materiaalipankeiksi ja työkalujen rakentaminen tätä käyttötarkoitusta ajatellen on käynnistynyt. **On arvokasta, että digitaalisen tuotepassin sisältö toimii kiertotalouden datamallien perustana.**

3.3 Ehdotettu kiertotalouden tavoitearkkitehtuuri

Tässä kappaleessa on kuvattu ns. viitteellinen ylätason arkkitehtuuri, joka keskittyy kuvaamaan tapaa ajatella ja yhdistää eri toimijoita toisiinsa ekosysteemeihin sekä eri ekosysteemien rooleja suhteessa toisiinsa. Arkkitehtuuri ei itsessään anna ohjeistusta ekosysteemien tapoihin toimia tai minkäläistä dataa eri roolien välillä liikkuu.

Kuvassa 8 esiintyvä Ekosysteemi 1 on kuvaus tyypillisestä kiertotalouden ekosysteemistä. Siinä eri toimijat kommunikoivat keskenään ohjelmistorajapintojen kautta ja tarvittaessa esim. reaaliaikavaatimusten vuoksi suoraan kahden tietojärjestelmän välisenä integraationa. Tällainen rakenne mahdollistaa tiiviin ja ketterän yhteistyöskentelyn ekosysteemin sisällä sellaisten toimijoiden välillä, joilla on keskinäinen luottamus toisiinsa. Ekosysteemin ylläpitäminen on itsessään kustannus ja vaatii liiketoiminnan läpinäkyvyyden lisäämistä kumppaneille. Investoinnin takaisin maksua tavoitellaan uusien liiketoimintamahdollisuuksien muodossa.

Kuva 8. Kiertotalouden viitteellinen ylätason arkkitehtuuri ja sen suhde kiertotaloustoimijoihin



Kiertotalouden tavoitearkkitehtuurissa on tunnistettu ainakin seuraavat kuusi roolia erilaisille toimijoille.

1. **Ekosysteemit**

Ekosysteemit voivat olla yksittäisten organisaatioiden toiminnan ja tietojärjestelmien muodostamia ekosysteemeitä tai usean toimijan muodostamia kokonaisuuksia. Ekosysteemien kehittyminen mahdollistaa tiiviit yritysyryppäät ja niiden keskinäisen toimintojen tiukan integroitumisen pienen ekosysteemin sisällä sekä samalla tarkemmin kontrolloidun ulkopuolisten palvelutoimittajien hyödyntämisen. Ekosysteemien sisällä olevien yritysten tietojärjestelmien suora toisiinsa linkittäminen/integrointi koetaan tietoturvallisuuden kannalta haastavaksi. Perinteisten ohjelmistorajapintojen sijaan tiedonvaihto toimijoiden välillä tulee rakentaa enemmän toiminnallista älykkyyttä sisältävien kiertotalouteen erikoistuneiden ohjelmistorajapintojen avulla. Rajapinta voi olla kaupallinen palvelu, joka yhdistää älykkäästi erilaisia tietovirtoja eri toimijoiden välillä.

2. **Ekosysteemien väliset toimijat**

Ekosysteemien väliset palvelutoimittajat voivat olla yksittäisiin toimintoihin tai järjestelmiin, kuten tietyn tietojärjestelmäkokonaisuuksien toimittamiseen erikoistuneita palvelutoimittajia. Palvelutoimittajat erikoistuvat useiden eri ekosysteemien palvelemiseen.

3. **Kiertopörssi – Hajautettu verkosto**

Kiertopörssi on hajautettu verkosto erilaisia materiaali-pörssipalvelun toimittajia. Verkosto voi koostua aluksi yhdestä toimittajasta, mutta kilpailun mahdollistamiseksi palveluita voi ylläpitää kuka tahansa, jolla on kyky fasilitoida palvelutuotantoa ja siihen liittyvää regulaatiota. Kiertopörssin ohjelmistokoodin tulee olla avointa lähdekoodia ja noudattaa kansainvälisiä tietomalleja. Kaikki tunnistautuneet toimijat voivat jättää kiertopörssiin myynti- tai ostoilmoituksen.

4. **Julkiset rekisterit**

Julkishallinnolla on olemassa ja kehitteillä useita eri regulatiivisia materiaaleihin liittyviä rekistereitä, joihin organisaatioiden on raportoitava niiden eri materiaalivirtoja. Rekistereihin liittyviä asioita pohditaan parhaillaan esimerkiksi 2020–2024 käynnissä olevassa Ryhti-hankkeessa sekä Maankäyttö- ja rakennuslain uudistukseen valmisteluun liittyvän purkurekisterin kehitystyössä. Esimerkiksi Ryhti-hankkeessa pyritään kokoamaan rakennetun ympäristön keskeisimmät tiedot sovitussa muodossa yhteiseen valtakunnalliseen tietojärjestelmään (RYTJ), jossa ne ovat ajantasaisina ja luotettavasti kaikkien järjestelmien saatavilla. Rakennetun ympäristön tietojärjestelmä muodostuu valtakunnallisista suunnitelma- ja rakennustietovarannoista, sekä alustasta. Kehittämällä rekisterit hyödyntämään samaa tietomallia, Kiertopörssi voi toimia joko tietolähteenä tai kauppailmoitusten helpottajana. Tietomallien pohjana voivat toimia esim. EU-tasoisien lainsäädännön vaatimukset.

5. **Julkiset hankinnat**

Julkiset hankinnat ovat tärkeässä roolissa kiertotalouden vauhdittamisessa ja ne tulisi tehdä kiertopörssin kautta yhdessä ennalta sovitun tietomallin kautta. Yhteisen tietomallin käyttö julkisissa hankinnoissa madaltaa kynnystä materiaalien kierrolle.

6. **Palvelu toimittajat**

Kaikki organisaatiot eivät tule järjestäytymään ekosysteemeihin, vaan osa yrityksistä tulee erikoistumaan ekosysteemien välillä toimiviksi palvelu toimittajiksi. Esimerkiksi työkaluvalmistajat, konsulttitoimistot tai ohjelmistotalot ovat tyypillisiä palvelu toimittajia.

Hajautettujen verkostojen vahvuus on niiden toiminta tilanteessa, jossa verkostossa ei toimi vain yhtä luotettavaa toimijaa. Hajautetuissa verkostoissa tieto tuotetaan, omistetaan ja ylläpidetään hajautetusti. Vertaisverkossa yritykset, kuluttajat ja julkinen sektori ovat jokainen toimijoita muiden joukossa ja verkosto on olemassa niin kauan kuin sen jäsenet osallistuvat verkoston ylläpitämiseen. Näin yhtä kilpailuetua saavaa rekisterin ylläpitäjää ei synny vaan kaikilla on tasavertainen mahdollisuus osallistua verkostoon. Verkoston kehittämisessä on syytä huomioida sekä energiatehokkuus että tietoturva (esim. vain kauppaa käyvät osapuolet saavat tietää lopullisen sopimuksen ja yksityiskohdat).

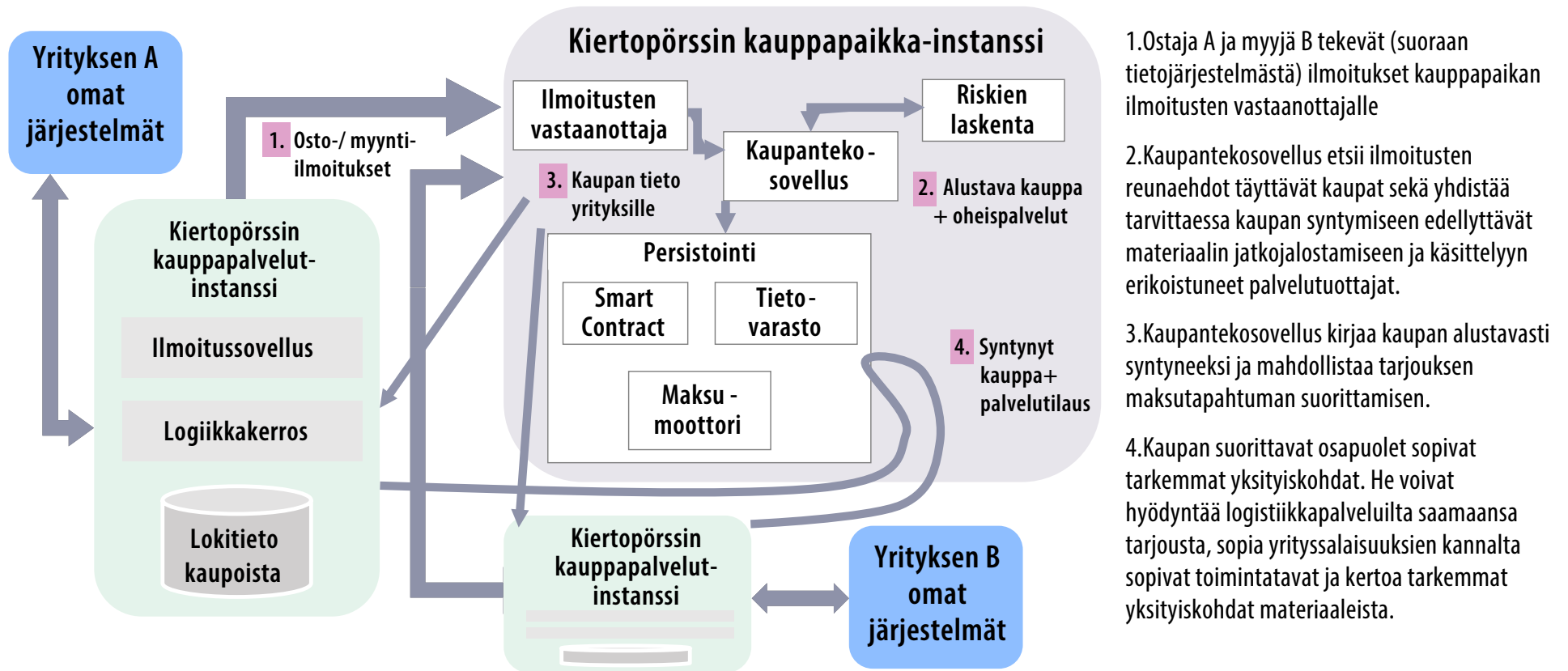
3.4 Tarkempi kuvaus tavoitearkkitehtuurin mukaisesta ratkaisusta

Ratkaisuksi esitettävä ”Kiertopörssi” on hajautettu verkko, joka koostuu organisaatioiden ylläpitämistä kauppapalvelu-sovelluksista sekä materiaali-pörssin kauppapaikoista. Materiaaleja myyvät tai ostavat organisaatiot voivat ottaa käyttöön kauppapalvelu-sovelluksen ja tehdä siellä myynti- tai ostoilmoituksia. Kiertopörssi yhdistää myynti-ilmoituksen, ostoilmoituksen ja logistiikkakumppanin kaupan osapuolten määrittelemien reunaehtojen rajoissa. Arkkitehtuuri noudattelee Zamayatin (2019) esittelemää hajautetun kommunikaatioprotokollien arkkitehtuuria, Solacen (2021) blogia hajautetuista treidausarkkitehtuureista ja Abdellan ja Shuaibin (2018) pohdintoja hajautettujen energiasopimusten hyödyntämisestä paikallisissa älyverkoissa.

Hajautetun ja avoimen verkoston etuna on sen riippumattomuus yhdestä toimijasta tehden siitä neutraalimman ekosysteemin. Hajautetussa verkostossa toimijat pyörittävät omia sovellusinstansseja, jotka juttelevat keskenään.

Kuva 9. Hajautetun osto- ja tarjousviestintäpalvelun kaaviokuva

Kuvaus tavoitearkkitehtuurin mukaisesta ratkaisusta: Materiaalikauppa tapahtuu neljän askeleen kautta



1. Ostaja A ja myyjä B tekevät (suoraan tietojärjestelmästä) ilmoitukset kauppapaikan ilmoitusten vastaanottajalle
2. Kaupantekosovellus etsii ilmoitusten reunaehdot täyttävät kaupat sekä yhdistää tarvittaessa kaupan syntymiseen edellyttävät materiaalin jatkojalostamiseen ja käsittelyyn erikoistuneet palvelutuottajat.
3. Kaupantekosovellus kirjaa kaupan alustavasti syntyneeksi ja mahdollistaa tarjouksen maksutapahtuman suorittamisen.
4. Kaupan suorittavat osapuolet sopivat tarkemmat yksityiskohdat. He voivat hyödyntää logistiikkapalveluilta saamaansa tarjousta, sopia yrityssalaisuuksien kannalta sopivat toimintatavat ja kertoa tarkemmat yksityiskohdat materiaaleista.

Huom! (1) Joku yksityisyrittäjä käyttää kiertopörssiä esim. web-sivun kautta, mutta suuryrityksen osto- ja myynti-ilmoitukset tapahtuvat suoraan tietojärjestelmästä käsin

(2) tässä vaiheessa tämä on vasta ehdodus, potentiaalinen match, paras tällä hetkellä ja siitä tehdään alustavat kaupat ostajan ja myyjän välillä (3)

(4) kun sopimusehdot on sovittu, niin vahvistetaan logistiikkapalvelut ja maksukäytännöt jne. Huom! sopimusehdot voivat olla geneeriset ja tämä vaihe voi olla täysin automaattinen

Materiaalikauppa tapahtuu neljän askeleen kautta:

1. Ostaja ja myyjä tekevät ilmoitukset kauppapaikan ilmoitusten vastaanottajalle joko suoraan ohjelmistorajapintojen tai käyttöliittymän kautta
2. Kaupantekosovellus etsii ilmoitusten reunaehdot täyttävät kaupat sekä yhdistää tarvittaessa kaupan syntymiseen edellyttävät materiaalin jatkojalostamiseen ja käsittelyyn erikoistuneet palvelutuottajat. Kaupantekosovellus tarkistaa toimijoiden luotettavuuden riskien laskentamoottorin kautta ja vertaa tuloksia muiden kiertopörssissä mukana olevien kauppapaikkojen kanssa.
3. Kaupantekosovellus kirjaa kaupan alustavasti syntyneeksi ja mahdollistaa tarjouksen maksutapahtuman suorittamisen Smart Contract järjestelmän avulla ja ilmoittaa kaupan osapuolille kauppatarjouksen tapahtumasta.
4. Kaupan suorittavat osapuolet sopivat tarkemmat yksityiskohdat. He voivat hyödyntää logistiikkapalveluilta saamaansa tarjousta, sopia yrityssalaisuuksien kannalta sopivat toimintatavat ja kertoa tarkemmat yksityiskohdat materiaaleista. Sovittavien yksityiskohtien määrä tulee riippumaan voimakkaasti myytävän materiaalin luonteesta. Tyypillisesti esimerkiksi tutkimustoiminnassa ja yritysten ydinliiketoimintaa ennustavissa sivuainevirroissa on suurempi liikesalaisuuksien suojelutahto kuin yrityksen kahvion lasijätteiden kiertoon laittamisessa. Kohdassa 2 tehdyt alustavat toimenpiteen vahvistetaan.

Yritykset tallentavat tiedon tapahtuneista kaupoista omiin osto-, myynti- ja muihin tietojärjestelmiinsä. Kiertopörssin käyttöönotto on houkuttelevampi, jos vaihdantaan osallistuvat yritykset voivat salata kaupankäynnin osapuolten identiteetin ja kaupan yksityiskohdat. Eri materiaalivirtojen kaupankäynnin volyymien analysointi auttaa hinnanmuodostuksessa, joten kiertopörssin oheen kannattaa mahdollistaa data-analytiikkapalveluiden syntyminen. Viranomaiset ovat myös kiinnostuneita materiaalikiertojen seurannasta ja tilastoinnista, joten tällaisen ominaisuuden kannattaa asettaa kiertopörssin vaatimukseksi.

Tätä tarkemman ohjelmistoarkkitehtuurimallin valitseminen vaatii lisää ymmärrystä siitä, minkälaisia tarpeita eri ekosysteemeillä tulee olemaan. Arkkitehtuurin näkökulmasta erityisesti tulee tutkia smart contractin hyödyntämisen mahdollisuuksia ja lopulliseen käyttötärpeeseen sopivaa tasapainoa paketoinnin ja hajautetun sanoma- ja jonopohjaisuuden (Event driven) välillä. Tyypillisesti paketointi lisää helppokäyttöisyyttä ja markkinoitavuutta, mutta hajauttaminen mahdollistaa useammanlaisten toimijoiden syntymisen hajautettuun verkkoon.

3.5 Tavoitearkkitehtuurin aiheuttamat muutokset verrattuna nykytilaan

1. Nykyisin kauppapaikat ovat yksittäisiä ja itsenäisiä yhden organisaation omistamia. Kuvatun kaltaista yhteensopivaa hajautettua verkostoa ei ole olemassa.

Yksittäisten organisaatioiden materiaalikaupat ovat isossa kuvassa toisistansa irrallisia ja tämä lisää ihmistyön määrää. Suuremman kokonaisuuden kannalta on löydettävä keino yhdistää kauppapaikkojen datat toisiinsa esimerkiksi hajautetun verkon avulla.

2. Tietomallit ovat nykyisin kunkin organisaation ja heidän omien prosessien näköisiä. Kansainvälisiä tietomalleja ei ole vielä muodostunut

Nykyiset tietomallit on rakennettu pääsääntöisesti organisaation omasta näkökulmasta ja dataan liittyvät standardit kiertotalouden materiaalien määrittelemiseksi ovat puutteellisia. Sopimalla ja noudattamalla yhtenäisiä kuvauksia vähennetään kiertotalouden toteutamisessa vaadittavaa osaamista ja työtä.

3. Nykyisillä rahoituskäytännöillä on haasteita tukea tulevaisuuden kiertotalouden kehittämistä, koska yrityksiä on vaikea nähdä liiketoiminnallista arvoa ja julkinen sektori ei helposti voi toimia kuin osarahoittajana

Kiertotaloustoiminnan vauhdittaminen edellyttää sekä keppiä että porkkanaa. Porkkana on Suomessa totuttu tarjoamaan rahoitusta. Ansiokkaasti toimivat tahot kuten esim. Business Finland toimivat EU:n valtiontukea koskevien säädösten antamisrajoissa. Nämä säädökset ja toimintatavat ovat erinomaisia tilanteessa, jossa yritykset pystyvät näkemään omalle investoinnille mielekkään takaisinmaksuajan tai yrityksillä on aikaa ja resursseja tutkimustyölle. Kiertotalouden tuomat liiketoiminnan mahdollisuudet ovat vielä kehittymässä ja yhteisten kiertotaloustiedon vaihtoratkaisujen kehittäjät eivät koe takaisinmaksuajan ja riskitason olevan sopivia suhteessa tarvittaviin investointeihin nähden. Hajautettuun tiedonjakamiseen perustuvilla digitaalisilla ratkaisuilla tähdätään kaikkia toimijoita hyödyttävien ratkaisujen kehittämiseen, joten ratkaisujen soveltuvuuskokeiluissa julkisten panosten tulee olla merkittäviä. Tulokset kannattaa jakaa avoimesti hyödynnettäviksi, jotta seuraavissa vaiheissa erilaiset toimijat voivat jatkaa kehitystyötä.

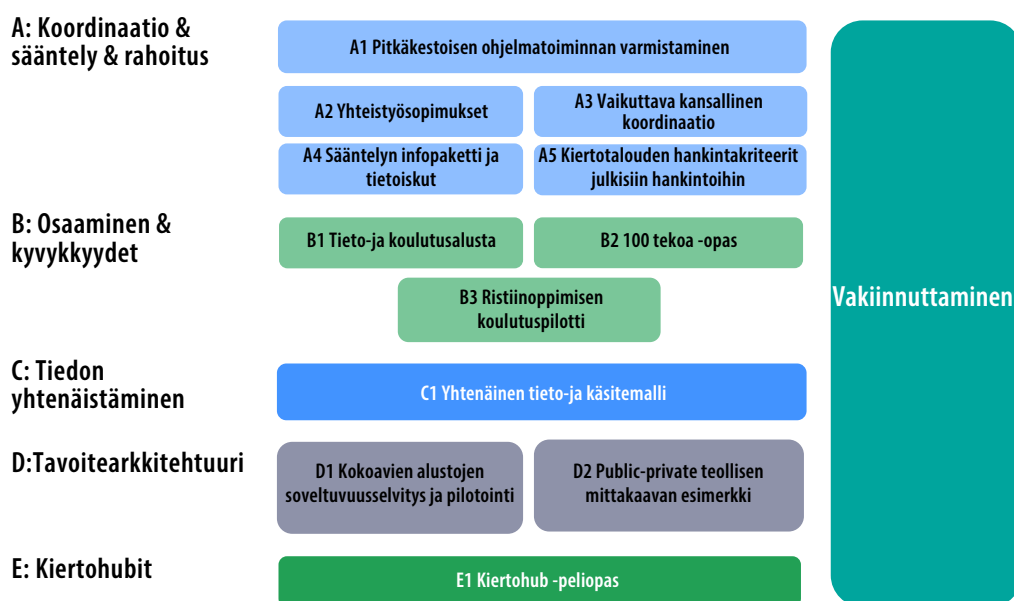
4 Toimenpidesuosituksset

Luvussa 4 esitetään konkreettisia toimenpidesuosituksia kiertotalouden digitalisaation vauhdittamiseksi.

4.1 Toimenpidesuositusten tiekartta

Tiekarttaan on koottu konkreettiset toimenpidesuosituksset kiertotalouden tavoitearkkitehtuurin sekä ekosysteemi- ja hautomotoiminnan digitalisaation edistämiseksi. Suositukset pohjautuvat asiantuntija-analyysiin, kirjallisuusanalyysiin ja asiantuntijahaastatteluihin sekä Motiva Servicesin, Gaian, Accenturen ja Solitan kotimaisten ja kansainvälisten asiantuntijoiden näkemyksiin. Suosituksia viimeisteltiin asiantuntijatyöpajoissa ja ohjausryhmäkokouksissa. Tavoitearkkitehtuuriin liittyviä suosituksia on validoitu työpajan jälkeen yhdessä eri alojen asiantuntijoiden kanssa.

Kuva 10. Kiertotalouden digitalisaation toimenpidesuosituksset ja tiekartta viidessä pääteemassa.



Toimenpidesuosituksista pyrittiin muotoilemaan kaikkia toimijoita osallistavia ja sitouttavia. Koulutuksen ja tiedonlisäämisen toimenpiteiden tavoitteena on kannustaa kiertotalousteen nostoon. Haastatteluissa korostui liiketoimintamahdollisuuksien hidas käynnistyminen, mihin on myös pyritty löytämään ratkaisumalleja suosituksissa. Toimenpidesuosituksia on jaettu viiteen teemaan, jotka esitetään kuvassa 10.

4.2 Kansallinen kehityshankkeiden koordinaatio, rahoitusmallien kehitys ja sääntely

Toistaiseksi digitaalisuutta hyödyntävien kiertotalousteemien kehitys on tapahtunut pääosin toimialasiiloissa ja paikallisesti koordinoituna. Hyvätkin paikallisen ja maakunnallisen tason aloitteet ovat usein jääneet kokeiluasteelle tai todellisista prosesseista irrallisiksi. Kehitys on usein hiipunut hankerahoituksen päättyessä, toistensa kanssa kilpailevat aloitteet ovat jääneet vaikutuksiltaan pistemäisiksi, eikä systeemiä vaikutuksia ole saavutettu.

Rahoitus on keskeinen keino kiertotalouskokonaisuuden yhdensuuntaisessa edistämisessä. Nykyiset rahoitusmallit soveltuvat hyvin kilpaillun projektirahoituksen kohdistamiseen ja toisaalta sektorien sisäisen ja organisaatiotasoinen toiminnan rahoittamiseen. Rahoitusmallien puutteet ja heikkoudet tulevat esille kiertotalouden kaltaisten laaja-alaisien ja systeemisten kysymysten kohdalla. Niissä monitahoiselle tavoitteelle ei ole selkeää omistajatahoa ja toimeenpano edellyttää sektori-, toimiala-, tieteenala- ja hallinnonalaraajojen ylittämistä. Radikaalit innovaatiot syntyvät usein toimialaraajojen välillä.

Hajaantunut rahoitus tuottaa hajanaisia, ja usein elinkaareltaan lyhytikäisiä, tuotoksia, joista ei muodostu optimaalisia kokonaisuuksia. Kiertotalouden kaltaisen monitahoisien toimien kohdalla on tärkeää kanavoida kehityspanokset ja -rahoitus merkityksellistä päämäärää kohti tähtäävien kokonaisuuksien rakentamiseen ja ylläpitoon.

On keskeistä hyödyntää julkisen ja yksityisen sektorin toimijoita oikea-aikaisesti uudenlaisien kestävien ratkaisujen ja systeemisen muutoksen aikaansaamiseksi. Julkisen toimijan rooli ja rahoitus kohdistuvat alussa esiliiketoiminnallisen vaiheeseen, jolloin voidaan vaikuttaa hankkeiden koordinaatioon ja asioiden päällekkäisyyden vähentämiseen. Liiketoiminnan kehittyessä ja kypsyydessä yksityinen rahoitus lisääntyy julkisen rahoituksen vähentyessä.

Kiertotaloutta tukeva alustapilotti voitaisiin toteuttaa hankintamenettelyllä. Hankinnan kohteena voisi olla esimerkiksi ratkaisu, joka tuottaa julkisen yhdistetyn kiertotalouden datalähteen kokoamalla tiedot useista nykyisistä alustoista. Tämä edellyttää, että julkisen toimijan tehtäviin kuuluu ratkaisuvaihtoehtojen hakeminen ja on valmis sellaisen ostamaan kaikille avoimena palveluna.

Taulukko 2. Pitkäkestoisen ohjelmatoiminnan varmistaminen, toimenpidesuositus A1.**Toimenpidesuositus A1: Pitkäkestoisen ohjelmatoiminnan varmistaminen**

Määritellään vaikuttavat toimialakohtaiset tavoitteet kiertotalouden ja digitalisaation edistämiseksi yhdessä valtiotason ja muiden toimijoiden kanssa. Määrittelyjen ympärille suunnitellaan tunnistettujen ekosysteemien ohjelmaluonteinen ja pitkäkestoinen tutkimus- ja kehitystoiminta. Yhtenä työkaluna hyödynnetään kiertotalouden green dealia erityisesti toimialojen kiertotaloustavoitteiden ja -toimenpiteiden jäsentämisessä.

Potentiaalisia toimijoita

Ministeriöiden johtama työryhmä, green deal työ ja sitoumuksen toteuttavat tahot, esimerkiksi toimialajärjestöt, yritykset, maakunnat, kaupungit ja kunnat, Kiertotalous-Suomi osaamisverkoston koordinaattorit ja jäsenet, osallistujia kiertotalouden alueellisista ekosysteemi-hautomo- ja kiihdyttämöverkostoista sekä alan yritykset.

Aikatauluehdotus

2022–2023

Taulukko 3. Yhteistyösopimukset A2.**Toimenpidesuositus A2: yhteistyösopimukset**

Kohdistetaan eri tasojen (valtakunta-maakunta-alue-kunta) voimavaroja kiertotalouden digitalisaation kansallista kokonaisuutta rakentaen. Hyödynnetään kaupunkiseutujen ekosysteemisopimuksia niiden kiertotaloustoimien ohjauksessa. Pienemmän skaalan kehittämiseen panostetaan toimintamallien ja ratkaisujen systeemitason yhteentoimivuuden vahvistamiseksi kansallisella ja kansainvälisellä tasolla. Malleina tai pohjana voisi toimia esim kaupunkien ekosysteemisopimukset tai kiertotalouden Green Deal-sopimukset.

Potentiaalisia toimijoita

Ministeriöt TEM, YM, Ekosysteemisopimuksen allekirjoittaneet kaupungit, maakunnat, liitot ja muut toimijat

Aikatauluehdotus

Suunnittelu 2023, Toteutus 2024–

Taulukko 4. Vaikuttava kansallinen koordinaatio, toimenpidesuositus A3.**Toimenpidesuositus A3: Vaikuttava Kansallinen koordinaatio**

Vahvistetaan kiertotalouden dataan ja digitalisaatioon liittyvien hankkeiden välistä tiedonvaihtoa ja koordinaatiota kansallisella tasolla sekä kansainvälisten ja alueellisten kiertotalousekosysteemien, hautomoiden ja kiihdyttämöjen välillä.

Koordinaation kautta seurataan kehitystä, välitetään tietoa ja poistetaan mahdolliset esteet, jotta asetetut tavoitteet saavutetaan. Panostetaan vaikuttavuuden raportointiin.

Potentiaalisia toimijoita

Kiertotalous-Suomi osaamisverkosto, osaamisverkoston vetäjät/koordinaattorit (Syke ja Motiva), osaamisverkoston toimijat (yritykset, kunnat ja kaupungit, tutkimuslaitokset), keskeiset ministeriöt sekä osallistujia kiertotalouden alueellisista ekosysteemi-, hautomo- ja kiihdyttämöverkostoista, Digitoimisto

Aikatauluehdotus

2022 –

Muun muassa EU:n datastrategian ohjaamana EU-tason ja kansallista dataa koskevaa sääntelyä lisääntyy ja vaikuttaa kiertotalouden yritysten liiketoimintaympäristöön. Erityisenä painopisteenä on datan saatavuuden lisääminen, mikä tarkoittaa sekä yritysten välistä tiedonsiirtoa että yksilöiden oikeuksia päästä käsiksi esimerkiksi kuluttamiensa tuotteiden tietoihin. Kehittyvä sääntely tarkoittaa toimijoille joiltain osin liiketoimintariskejä, mutta ennen kaikkea uusia mahdollisuuksia. Muuttuvan sääntelyn ennakoitiin ja sääntelyn muutoksiin varautuminen on tärkeää.

Taulukko 5. Sääntelyn infopaketti ja tietoiskut, toimenpidesuositus A4.**Toimenpidesuositus A4: Sääntelyn infopaketti ja tietoiskut**

Kerätään dataa koskevasta sääntelystä selkokielineen infopaketti kiertotalousnäkökulmalla ja organisoidaan tietoiskuja sekä pyöreän pöydän keskusteluja tulevista säädösmuutoksista. Infopaketti sisältää keskeisimmät muutokset (esimerkiksi EU-taksonomia, -datasäädös ja datan hallintamallit), mahdollisuudet, riskit ja niiden potentiaaliset vaikutukset kiertotalouden liiketoimintamalleihin.

Paketin valmistelussa hyödynnetään olemassa olevia tietolähteitä, mm. Sitran reilun datatalouden sääntökirjaa ja Sitran tekemää selvitystä dataregulaatiosta. Infopaketti päivitetään säännöllisesti (esimerkiksi 1–2 kertaa vuodessa), ja infopaketista viestitään olemassa olevien kanavien kautta, esim. kuntien kehitysytöt ja toimialajärjestöt.

Potentiaalisia toimijoita

Sitra, LVM, VM, OKM. TEM, Syke

Aikatauluehdotus

2022 (suunnittelu), 2023– (toteutus)

Julkisten hankintojen arvo on jopa 45 miljardia euroa vuodessa. Kiertotalouden markkinan kehittymistä voidaan tukea kehittämällä ja julkaisemalla hankintayksiköiden käyttöön julkisten hankintojen hankintakriteerejä yhtenäisemmässä muodossa. Hankintakriteerien kautta on mahdollista vaikuttaa uusiotuotteiden ja -materiaalien kysyntään, tarjontaan ja hinnanmuodostumiseen digitaalisilla markkinapaikoilla. Toiminnalla vauhditetaan kierto-
talousmarkkinoita ja luodaan taloudellisia kannusteita materiaalien uudelleenkäytölle.

Taulukko 6. Kiertotalouden hankintakriteerit julkisiin hankintoihin, toimenpidesuositus A5

Toimenpidesuositus A5: Kiertotalouden hankintakriteerit julkisiin hankintoihin

Laaditaan yhteisiä kiertoaloutta tukevia hankintakriteereitä julkisille hankintayksiköille ja julkaistaan kriteerit kehitteillä olevalla kriteeritietoalustalla. Kannustetaan ja opastetaan hankintayksiköitä hyödyntämään kriteeritietoalustalla olevia yhteisiä hankintakriteerejä, jolloin julkisia kiertoaloutta tukevia hankintoja voidaan korostaa markkinapaikoilla. Hyödynnetään ja levitetään julkisiin hankintoihin liittyvää tietoa ja toimintamalleja avointen datamarkkinoiden kehittämiseksi.

Potentiaalisia toimijoita

KEINO-osaamiskeskus, ministeriöt, kunnat ja kaupungit, julkisomisteiset yhtiöt &- tutkimuslaitokset, maakunnat, Kuntaliitto, Fisu-verkosto, Hinku-kunnat

Aikatauluehdotus

2023 –

4.3 Osaaminen ja kyvykkyudet vahvistamaan toimialojen rajapintoja

Yhtenä digitalisaation hyödyntämisen esteenä kiertotaloudessa on osaamisten ja kyvykkyysien siiloutuminen. **Digitalisaation ja eri toimialojen kiertotalouden erityisosaajat ovat riittämättömässä vuorovaikutuksessa keskenään.** Esteet konkretisoituvat mm. erilaisina lähestymistapoina, kielenä ja käsitteinä sekä menetelminä. Digitalisaation hyödyntäminen mieltyy myös usein teknisenä haasteena, vaikka **ensimmäiset askeleet datan ja digitalisaation tehokkaampaan hyödyntämiseen liittyvät tyypillisesti enemmän ihmisten ja organisaatioiden yhteistyöhön ja prosesseihin kuin teknologiaan.** Ekosysteemitoinnalla ja organisaatioryppäissä tapahtuvalla yhteistyöllä on nähty olennainen rooli osaamisen ja kyvykkyysien vahvistamisessa.

Taulukko 7. Tieto- ja koulutusalueesta, toimenpidesuositus B1

Toimenpidesuositus B1: Tieto- ja koulutusalueesta

Kootaan yhteen alueelliset, temaattiset ja eri toimijoiden väliset kiertotalouden tieto- ja koulutusalueet tarjoamaan tietoa kiertotaloudesta, digitalisaatiosta ja näiden yhdistämisestä. Toiminnalla houkutellessa uusia toimijoita hyödyntämään kiertotalouden liiketoimintamalleja ja syvennetään jo alalla olevien osaamista. Alustarakaisu sisältää toiminnallista ja sitouttavaa sisältöä sekä luo puitteet kohtaamiselle ja osaamisen jakamiselle. Alustalla jaetaan sisältöä kiertotalouden digitalisaation parhaista käytännöistä, yhteistyömahdollisuuksista, koulutusmateriaaleista, toimijoista, rahoitusmahdollisuuksista ja se toimii neuvonta- sekä kohtaamispaikkana. Tieto- ja koulutusalueesta tukee jatkuvaa oppimista.

Potentiaalisia toimijoita

Kiertotalous-Suomi osaamisverkosto ja muut toimijat.

Aikataulu ehdotus

2022–23

Taulukko 8. 100 tekoa -opas, toimenpidesuositus B2

Toimenpidesuositus B2: 100 tekoa -opas

Kiertotalous-Suomi kokoaa työryhmän kattaen vähintään Euroopan tason kokoavan sähköisen oppaan, joka kokoaa muun muassa: yhteiset käsitteet, metodologian sekä parhaat käytänteet ja kokemukset. Opas työstetään ”100 tekoa datasta kiertotalousliiketoiminnan vauhdittamiseksi Suomessa ja ulkomailla” -koosteeksi. Organisoidaan aiheeseen liittyviä tapahtumia sekä viestitään oppaasta läpinäkyvästi yhteisillä alustoilla.

Potentiaalisia toimijoita

Sitra osana Kiertotalous-Suomi verkostoa

Aikataulu ehdotus

2022–23

Taulukko 9. Ristiinoppimisen koulutuspilotti, toimenpidesuositus B3**Toimenpidesuositus B3: Ristiinoppimisen koulutuspilotti**

Lisätään rajapintoja ylittävää osaamista ja kyvykkyksiä kehittämällä koulutuksen, tutkimuksen ja jatkuvan oppimisen toimintamalleja ja -tapoja. Toteutetaan teemaan räätälöity kiertotalouden digitalisaatioon keskittyvä koulutuspilotti oppilaitosten kiertotalous- ja digitalisaatiopainotteisten koulutusohjelmien sekä yritysten yhteistyönä. Yritysyhteistyötä kohdistetaan tiettyihin toimialoihin kuten elintarvike- ja tekstiiliteollisuus sekä biotalous.

Potentiaalisia toimijoita

Kiertotalouden koulutusta tarjoavat oppilaitokset, esim. Aalto yliopisto, Tampereen yliopisto, LUT-yliopisto, Haaga-Helia, Turun AMK, Lapin AMK, Sitra
Kiertotalouden verkostot / kokoavat organisaatiot: Kiertotalous-Suomi, Suomen opetus- ja kulttuuriministeriö
Työ- ja elinkeinotoimisto

Aikatauluehdotus

Suunnittelu 2023, toteutus 2024

4.4 Tiedon yhtenäistäminen ja käsiteltävyys

Kiertotalouden edistymistä tukevien ratkaisujen tulisi olla edullisia ekosysteemin eri toimijoille, esimerkiksi työn määrä ei saa kohtuuttomasti kasvaa. Jos toimijoilta vaaditaan lisää työtä suhteessa arvostukseen tai hyötyyn, vain harva lähtee mukaan. Kiertotalouden toteuttaminen kokonaisvaltaisesti tulee olla pelkkää kierrätystä kannattavampaa toimintaa. Tietoteknisesti työtä voidaan vähentää yhtenäisen datan ja siihen perustuvien ratkaisuiden avulla.

Taulukko 10. Yhtenäinen tieto- ja käsitemalli, toimenpidesuositus C1

Toimenpidesuositus C1: Yhtenäinen tieto- ja käsitemalli

Muodostetaan kattava tilannekuva kiertotalouteen liittyvistä toimialakohtaisista käsite- ja tietomallien kehittämis- ja standardointihankkeista ja -yhteisöistä sekä näiden mahdollisista rajapinnoista. Olennaista on hyödyntää IDSA & Gaia-X työtä.

Laaditaan kiertotaloutta tukevien tuotteiden osalta datan hyödyntämistä varten kiertotalouden standardoitu käsitemallisto ja rajapintamallit sekä yhtenäiset kuvaukset vähintään eurooppalaisella tasolla hyödyntäen olemassa olevia EU-suosituksia ja säädöksiä, esimerkkinä DPP (Digital Product Pass), IDSA ja Gaia-X. Suomen tulee pyrkiä edelläkävijyyteen näiden laatimisessa ja soveltamisessa, jotta saavutetaan osaamisen vientipotentiaalia.

Standardointirungon työstön onnistumista mitataan käyttöönoton laajuudella ja hyväksynnällä. Käsitemallit tuleekin rakentaa kaikkien kiertotalouteen liittyvien toimijoiden kanssa esimerkiksi hyödyntäen hackathoneja. Käsitemallistot voidaan luoda joko Suomessa laajentaen suurempaan kokonaisuuteen tai suoraan kansainväliseen käyttöön. Käsitemalliston tavoitteena on EU:n laajuisten standardien muodostuminen pidemmällä aikavälillä, lisäksi työllä tavoitellaan tuotteiden ja materiaalien luokittelun automaatioasteen nostoa.

Potentiaalisia toimijoita

VTT (IDSA) ja Sitra (Gaia-X), YM, TEM, LVM, MMM, tutkimuslaitokset, Motiva Services, korkeakoulut, standardoinnin keskusjärjestö SFS Ry ja SFS/SR ryhmän jäsenet, Ilmastorahasto, Business Finland, teollisuusliitot, Teknologiateollisuus ry, eri toimialojen yritykset.

Aikatauluehdotus

2022–2024

4.5 Tavoitearkkitehtuurin kokeilut ja skaalaus

Tehdyn selvityksen pohjalta suositellaan tekemään kokeiluja ja soveltuvuus selvityksiä erilaisilla integroiduilla ratkaisuilla tarkasti rajatuissa käyttökohteissa. Soveltuvuus selvitykset auttavat tunnistamaan tavoitetilan hajautetun ratkaisun liiketoiminnallisen arvon kiertotalouden toimijoille, teknisen toteutuskelpoisuuden, sekä määrittelemään kiertotalouden digitaalisen infran keskeiset, yhteistä hyötyä palvelevat osat. Tämä mahdollistaa arvioinnin, miten kiertotalouden digitaalinen infra voidaan toteuttaa teollisessa mittakaavassa, kenen tulisi osallistua kehitystyöhön ja miten kehitystyön voisi rahoittaa.

Projektiryhmän näkemys on, että soveltuvuus selvityksiä olisi hyvä olla enemmän kuin yksi ja suosituksena on 3 kappaletta. Niillä olisi hyvä olla eri toteuttajatahot. Edellytyksenä tulisi myös olla, että soveltuvuus selvityksissä toteutetaan yhteinen pilotti niiden välisestä tiedonvaihdosta. Esitämme, että soveltuvuus selvitykset/kokeilut limittyisivät tuotepassin (digital product pass) ja EU:n kiertotalous ohjelmityön painopistealueiden kanssa: elektroniikka ja tietotekniikka, akut ja ajoneuvot, pakkaukset, muovit, tekstiilit, rakentaminen ja rakennukset sekä ruoka. Suomessa on lisäksi halukkuutta soveltuvuus selvityksen tekemiseen kemianteollisuuden ympäristössä. Kokeiluiden valinnassa tulisi hyödyntää olemassa olevissa ekosysteemeissä tapahtuvaa työtä, esim. akkuekosysteemi etenee vauhdikkaasti.

Ensimmäisen vaiheen kokeilu voi olla rakentaa kevyt kiertotalouteen liittyvään viestintään erikoistunut ohjelmistorajapinta. Vaiheen 1 toteutuksessa oleellista on seurata, miten tieto materiaalivirroista kulkee sekä noiden yritysten että kauppapaikkojen välillä ja millaista lisäarvoa tiedon liikkuminen tuo. Hypoteesina on, että materiaalivirran lisäarvo kasvaa, kun tieto materiaalivirrasta on suuremman joukon käytettävissä. Tavoite on selvittää, voidaanko materiaalivirran digitaalisen ohjauksen varaan myöhemmin rakentaa kannattavaa liiketoimintaa. Oleellista vaiheessa 1 toteutettaville ratkaisuille ja yhdistäville järjestelmille on se, että **toteutuksen työtavat, datamallit ja mahdolliset ohjelmistokoodit tulee julkaista avoimen lähdekoodin lisenssillä kaikkien käyttöön.**

Soveltuvuus selvityksien potentiaalisia toimijoita ovat Kiertotalous-Suomi osaamisverkoston vetäjän ja koordinaattorin roolissa Motiva ja Syke, ja osaamisverkoston toimijat eli yritykset, kunnat ja kaupungit sekä tutkimuslaitokset. Lisäksi kiertotalouden digialustojen kehittäjäorganisaatiot voivat olla kiinnostuneita osallistumaan (esim. KiraDigi ja Clic Innovation). Näin julkinen sektori pystyisi luomaan pk-yrityksille toimintamallia ja sovelluksen, jonka avulla pk-yritys voi huolehtia koko materiaalikiertoprosessista toimipisteessään yhden luukun periaatteella. Ratkaisun tulee olla kansallinen, eikä se saa rajoittua kuntarajoihin, mutta kokeiltavan ratkaisun tulisi olla paikallinen erillisten kiertotalouteen erikoistuneiden välitoimijoiden tai jätteiden kierrättäjien kanssa. Esimerkiksi, yhtenä vaihtoehtona on toteutus julkisena hankintana, jonka yhteydessä arvioidaan pilottiyritysten sitoutuneisuus ja toimialarajojen välinen tiedonsiirto.

Soveltuvuus selvitys voidaan toteuttaa julkisen hankinnan lisäksi akateemisenä tutkimushankkeena, jonka tavoitteena on etsiä edellytyksiä yksityiselle investoinnille. Tutkimushankkeen aikataulu on kuitenkin pidempi, eli tulosten saaminen kestää ja yleensä tutkimushanke ei tuota suoraan kaupallisesti pilotoitavia tuloksia.

Kolmantena vaihtoehtona yritykset ja muut toimijat toteuttavat hankkeen omana kehitysprojektina. Tämä vaikuttaisi syntyvän vain toimialan ja yksittäisen merkittävän yrityksen toimitusketjun sisäiseen kehitykseen ja materiaalitietojen vaihtoon. Tässä tapauksessa toimialarajat ylittävän mahdollisen uuden kiertotalouden edut eivät ainakaan alkuvaiheessa toteudu.

Taulukko 11. Kokoavien alustojen soveltuvuus selvitys ja pilotointi, toimenpidesuositus D1

Toimenpidesuositus D1: Kokoavien alustojen soveltuvuus selvitys ja pilotointi

Edistetään kiertotalouden nykyisten ja kehitteillä olevien alustojen välisen tiedonvaihtojärjestelmän kehittämistä, alustojen rajapintojen avaamista sekä data-avaruuden vakioimista EU-mallien mukaisiksi.

Edistäminen aloitetaan toteuttamalla soveltuvuus selvitys kokoavien alustojen tuottamasta lisäarvosta. Työtä jatketaan laajentamalla soveltuvuus selvityksessä saatujen tulosten pohjalta yhdistämään useampia alustoja syvemmin toisiinsa.

Potentiaalisia toimijoita

TEM & YM, esimerkiksi tekstiili- ja rakennusalojen sekä muiden alojen toimijat

Aikataulu ehdotus

2022–2023

Onnistuneiden soveltuvuus selvitysten ja kokeilujen jälkeen tiedetään minimilaaajuuden ekosysteemi, joka voi saada hajautetusta kiertopörssi-ratkaisusta lisäarvoa. Lisäksi soveltuvuus selvitykset auttavat validoimaan kiertopörssin alustavat toiminnallisuudet ja lähdekoodit. Jos ekosysteemiin osallistuvilla yrityksillä on usko toimialarajat ylittävän ratkaisun tuottamaan kilpailuetuun kiertotalousmarkkinoilla, voidaan tehdä T&K&I –investointi, jolle voidaan laskea takaisinmaksuaika. Koska vielä tässäkin vaiheessa osallistuvien yritysten ei voida olettaa maksavan koko kehitystyötä yksin, ja tuloksia halutaan käyttöön laajemmin, niin julkisella tuella voidaan asiaa nopeuttaa. Ensisijaisesti nopeuttamisessa olisi yritysten T&K&I-toiminnan tukeminen osana normaalia valtion tukitoimintaa. Tämän ohella kannattaa harkita mahdollisuutta julkisen toimijan ns. innovatiivisen julkisen hankinnan menettelyyn.

Tämän vaiheen 2 aikana saadaan valittu määrä, esim. kahta eri toimialaa edustavat ratkaisut, jotka välittävät dataa toimialojen välillä. Mikäli ratkaisujen kiertotalouteen liittyvään viestintään erikoistuneet ohjelmistorajapinta-ratkaisut (tai vähintäänkin ohjelmistorajapintamallit

ja integraatio-osat) ovat pääosin julkisia, niin malliratkaisujen soveltaminen muille toimialoille on merkittävässä määrin helpompaa.

Julkisten toimijoiden on hyvä myös varautua edistämään pitkäjänteisemmin toteutettujen ratkaisuiden käytön laajentumista, jotta toiminta voisi vakiintua ja kehittyä käytännönläheisesti.

Taulukko 12. Public-private teollisen mittakaavan esimerkki, toimenpidesuositus D2

Toimenpidesuositus D2: Public-private teollisen mittakaavan esimerkki

Edistetään teollisen tason ratkaisuiden syntymistä. Edellytetään, että ratkaisuista saadaan myös sallivalla avoimen lähdekoodin lisenssillä olevat referenssitoteutukset. Suositus lisenssistä MIT-lisenssi.

Toimenpiteessä tavoitellaan teollisen teollisenmittakaavan ratkaisua, joka toimii case-esimerkkinä Kiertotalouden tiekartan toteutuksessa.

Potentiaalisia toimijoita

TEM, ELY-keskukset, yritykset

Aikatauluehdotus

2022–2023 pilotit käyntiin

Vakiinnuttamisvaiheen toimenpiteiden suunnittelu ei ollut mielekästä, koska liiketoiminnan mahdollisuuksien löytäminen aiemmassa vaiheessa voi johtaa siihen, että julkishallinnolta ei tarvita erityistä suunnattua rahoitusta vakiinnuttamisvaiheeseen. Yritykset alkavat investoida digitaalisten kiertopörssiratkaisujen kehittämiseen havaittuaan markkinan toimivan. Vakiinnuttamisvaiheessa voidaan tarvittaessa hyödyntää normaaleja yritystuki-instrumentteja.

Esimerkki ehdotusta tukevasta soveltuvuuskokeilusta rakennetun ympäristön kontekstissa

Pilottihanke keskittyy johonkin rajattuun alueeseen, jossa tarkastellaan rakennetun ympäristön materiaalivirtoja (purkumateriaalit ja rakennusosat, rakentamisen sivuvirrat, maamassat, hyödynnettävät materiaalit ja osat) ja niihin liittyvää dataa sekä tutkitaan, miten materiaalikiertoja voidaan edistää yhdistämällä dataa eri lähteistä ja kauppapaikoista.

Lähtötietona käytetään purkukohteiden purkukartoituksia, maamassadataa esimerkiksi kaupunkien massakoordinaattoreilta ja muuta alueen toimijoilta kerättävää dataa. Lisäksi tarkastellaan eri digitaalisia kauppapaikkoja ja alustoja, jotka välittävät tai myyvät rakennetun ympäristön materiaaleja tai rakennusosia (esim. materiaalitori.fi, huutokaupat.net, huutomylly.fi, maapörssi.fi, kierrätyskeskus.fi). Materiaaleihin liittyvää tietoa voidaan hakea myös erilaisista julkisista rekistereistä (esim. siirtoasiakirjarekisteri ja tuleva purkurekisteri) sekä muista julkisista tietolähteistä (esim. www.uusiomaarakentaminen.fi/käsikirjasto) tai yksityisistä tietolähteistä (uusiomateriaalien toimittajat ja niihin liittyvät palveluntarjoajat).

Alueen toimijat, materiaalien hyödyntäjät ja palveluntarjoajat osallistetaan mukaan, samoin eri kauppapaikkojen pyörittäjät.

Hankkeessa haetaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin. Mistä ja miten tietoa on saatavilla? Missä muodossa data on? Miten tieto materiaalivirroista kulkee sekä eri yritysten että kauppapaikkojen välillä ja millaista lisäarvoa tiedon liikkuminen tuo? Tältä pohjalta tunnistetaan, missä olisi kaupallista potentiaalia, sekä mitä tarpeita ja haasteita tulee vielä ratkaista kaupallisen potentiaalin mahdollistamiseksi.

Hankkeessa laaditaan teknisen ratkaisun MVP-versio hyödyntäen edellä esitettyä hajautettua osto- ja tarjousviestintäpalvelu -arkkitehtuuria, testataan sen toimivuutta ja kerätään kokeilun opit jatkokehittämistä varten. Toteutuksen työtavat, datamallit ja mahdolliset ohjelmistokoodit julkaistaan avoimen lähdekoodin lisenssillä kaikkien käyttöön.

4.6 Kiertohubit ratkaisemaan käytännön haasteita

Yhtenä lähestymistapana tarttua konkreettisesti käytännöllisiin kiertotalouden ja digitalisaation haasteisiin on tunnistettu ns. hubitoiminta. Esimerkkejä näistä haasteista ovat mm. hukkalämmön alueellinen hyödyntäminen tai panttijärjestelmän kehittäminen korkean jalostusasteen tuotteille. Kiertohubitoiminta on luonteeltaan hajautettua yhteistyötä, jossa useat toimijat yhdistävät osaamisensa, tietonsa ja liiketoimintansa ratkaistakseen konkreettisia kiertotalouden ongelmia. Hubitoiminta on omiaan lisäämään toimijoiden välistä luottamusta sekä rohkeutta ja tahtoa lähestyä kiertotalouden systeemistä problematiikkaa yksittäisen toimijan näkökulmaa laajemmin.

Taulukko 13. Kiertohub peliopus, toimenpidesuositus E1 Sanasto

Toimenpidesuositus E1: Kiertohub peliopus

Laaditaan kiertohub peliopus, jossa kuvataan käytännönläheisesti kiertohub-ajatus:

- kuinka hubeja voidaan perustaa?
- mikä hubien perustamisessa on olennaista?
- miten hubeissa ratkaistaan ongelmat yhteisesti?
- mitä tavoitteita hubi-toiminnalle asetetaan?

Pelioppaan tulee kattaa kiertohubin prosessikuvaus, pelisäännöt (kuten datan jakamisen ja rikastamisen käytännöt ja sopimusmallit), roolikuvaukset ja eri sidosryhmien intressit, koosteen ja viittaukset olennaiseen säädöstietoon ja teknisiin spesifikaatioihin sekä hyviin käytäntöihin.

Oppaassa kuvataan potentiaalisimmat toimialoja poikkileikkaavat soveltamiskohteet, kartoitetaan ja varmistetaan hubitoiminnan rahoituslähteet sekä kuvataan oppien jakamis- ja viestintäkäytännöt Suomessa ja kansainvälisesti. Lisäksi kuvataan, kuinka hubit toimivat uusien kiertotalouden digitalisaation rajapintaa poikkileikkaavien ideoiden ja liiketoiminta-mahdollisuuksien hautomoina voimassa olevan hallitusohjelman tuella. Toimintaa ohjaa tavoite kansainvälisen toimintamallin luomisesta ja työ tähtää konkreettisen pilotoinnin alkamiseen.

Potentiaalisia toimijoita

Kiertotalouden osaamiskeskus tai Digipolis, TEM, YM, digiohjelmat

Aikatauluehdotus

2023–2024

Esimerkki hubitoiminnasta, energia

Energiaa käyttävät ja (hukka)energiaa tuottavat yritykset muodostavat yhdessä tasetarkastelun. Hubin ulkopuolisille tahoille voidaan tarjota tietoa, kuinka paljon ja minkä laatuista energiaa hubin ja muun maailman muodostavan keinoitekoisen taserajan yli siirretään. Energiahubin tuottaessa hukkalämpöä voidaan tälle lämmölle etsiä käyttäjiä hubin ulkopuolelta ilman, että varsinaisen hukkalämmön tuottaja ja yksityiskohtainen tuotantotieto tulee ilmi. Toisaalta, jos energiahubi tarvitsee lämpöenergiaa, voi jokin toimija pohtia soveltuvaa hukkalämpöä tuottavan toiminnan sijoittamista kyseisen energiahubin läheisyyteen.

Esimerkissä hubin käsittelemä tuote on energia, mutta toisissa tapauksissa se voi olla myös data, fyysiset materiaalit tai osaaminen.

Kiertohubitoiminta mahdollistaa dynaamisen seurannan, optimoinnin, huoltojen automaattisen ennakoinnin, kattavampien alueellisten kiertotalouspalveluiden yhteiskehittämisen sekä ajantasaisen ja kattavan digitaalisessa muodossa olevan materiaali- ja rakennetiedon. Samalla parannetaan sisäänpääsyä eri digialustoille ja tehostetaan tiedon välitystä.

Kiertohubeissa julkisen sektorin toimijat voivat edesauttaa sekä toimialojen sisäisten että myös uusien eri toimialoja poikkileikkaavien datavetoisten liiketoimintamahdollisuuksien kartoittamisessa ja kokonaisuuden rahoittamisessa. Erityisesti tavoitteena tulisi olla tunnistaa eri toimialoja yhdistäviä ”kultajyvää”-potentiaalia omaavia liiketoimintamahdollisuuksia (joita ei syntyisi ilman erityispanostusta) ja joissa merkittävästi lisätään datan, materiaalivirtojen, tiedon, osaamisen, ideoiden ja resurssien liikuteltavuutta eri toimialojen läpi.

Jokin hubi voisi esimerkiksi keskittyä vastaamaan haasteeseen miten yksityisomisteisen organisaation tuottamaa dataa voidaan tuoda julkisesti tuotetun avoimen datan päälle? Hubin kautta voisi rakentaa myös hautomo- ja kiihdyttämöyritysten ideoitten, ipr-oikeuksien ja osaajien markkinapaikan.

5 Sanasto

- Alustatalous: sosiaalista, yhteiskunnallista tai taloudellista toimintaa, jossa olennaisessa asemassa ovat usein digitaalinen infrastruktuuri ja sen päälle rakennetut palvelut. Näitä palveluita kutsutaan yleisesti alustoiksi ja palvelun mahdollistamana toimintaa alustaloudeksi. Alustaksi kutsutaan toisinaan myös esimerkiksi kunnan tarjoamaa infrastruktuuria teollisuuspuistoa varten.
- API – Application Programming Interface: ohjelmistorajapinta mahdollistaa tiedon jakamisen ohjelmistojen välillä. API:n avulla ohjelmistolta voidaan hakea tai tuoda tietoa.
- Big data: massadata tarkoittaa erittäin suuria, järjestelemättömiä ja jatkuvasti lisääntyviä tietomassoja. Sen kerääminen, säilyttäminen, jakaminen ja analysointi mahdollistaa uudella tavalla liiketoimintaongelmien ratkaisemisen.
- Biotalous: Tarkoittaa tuotantoa, jossa hyödynnetään luonnosta saatavia uusiutuvia materiaaleja. Mm. kalatalous, maatalous, elintarviketeollisuus ja metsäteollisuus ovat biotaloutta.
- CRM – Customer Relationship Management system: asiakkuudenhallintajärjestelmä, johon säilötään asiakkuutta koskeva informaatio ja data hyötykäyttöä varten.
- Digitaalinen alusta: Tarkoittaa tietoteknistä järjestelmää, jossa eri toimijat – käyttäjät, tarjoajat ja muut sidosryhmät yli organisaatiorajojen – harjoittavat yhdessä lisäarvoa tuottavaa toimintaa yhteisten toimintaperiaatteiden mukaisesti. Tätä määrittää vahvasti uusi kumuloituva ja arvoa välittävä voimavara: digitaalinen tieto, data, sekä sen jalostamiseen pyrkivät teknologiat, erityisesti ohjelmistot ja automaatio.
- Disruptiiviset teknologiat: ovat teknologisia innovaatioita, jotka merkittävästi muuttavat kuluttajien ja yritysten toimintaa. Niiden aiheuttama muutos mahdollistaa teknologisen harppauksen, joka luo uusia liiketoimintamahdollisuuksia vanhojen toimintatapojen tilalle.
- Ekosysteemi: verkosto, johon kuuluvat toimijat mahdollistavat toistensa toiminnan. Ekosysteemiin voi kuulua yritysten lisäksi myös julkisia toimijoita tai tutkimuslaitoksia.

- ERP Enterprise Resource Planning: toiminnanohjausjärjestelmä, joka yrityksen käytössä integroi eri toimintoja, kuten tuotantoa, jakelua, varastonhallintaa, laskutusta ja kirjanpitoa samaan järjestelmään.
- FAANG-yhtiöt: Vuonna 2013 käyttöön otettu lyhenne, joka kuvaa teknologisia edelläkävijöitä (Facebook, Amazon, Apple, Netflix ja Google), jotka dominoivat omalla alallaan markkinoita ja keräävät asiakkaistaan valtavia datamassoja. Synonyyminä voidaan nykyään käyttää laveampaa Big Tech termiä.
- Hautomo / kiihdyttämö: Hautomotoiminnan yleisenä tavoitteena yrittäjyyspolitiikan näkökulmasta on nopeuttaa uuden liiketoiminnan käynnistymistä ja parantaa alkuvaiheen yritysten onnistumisen todennäköisyyttä. Usein kiihdyttämöä käytetään synonyyminä yrityshautomosta. Yrityskiihdyttämön voidaan katsoa olevan voittoa tavoitteleva versio yrityshautomosta, joka pyrkii hyötymään yrityksistä taloudellisesti. Ne tarjoavat ideavaiheen ohittaneelle yritykselle liiketoiminnan kehitysresursseja, osallistuvat aktiivisesti startupin kehittämiseen ja tekevät euromääräisiä sijoituksia yrityksiin.
- Implementointi: Kuvaa menetelmän, toimintatavan tai järjestelmän käyttöönottoa, jalkautusta tai täytäntöönpanoa.
- Kiertotalous: Kiertotaloudessa materiaaleja hyödynnetään tehokkaasti ja kestävästi ja ne pysyvät kierrossa pitkään ja turvallisesti. Tuotteita myös jaetaan, vuokrataan, korjataan ja kierrätetään. Palvelullistaminen on osa kiertotaloutta. Kiertotalous on uusi talouden toimintatapa, joka tuottaa taloudellista hyvinvointia maapallon kantokyvyn rajoissa. Se hyödyntää digitalisaatiota tehokkaasti ja uudistaa yhteiskunnan rakenteita ja toimintamalleja. Kiertotalous on keino vähentää luonnonvarojen käyttöä.
- Lineaaritalous: Kuvaa perinteistä talousmallia, jossa hyödykkeiden kiertoa ei maksimoida kuten kiertotaloudessa vaan elinkaari on rajoittunut ja päättyy lopulta hyödykkeen arvon tuhoutumiseen esimerkiksi poltettuna energialaitoksella.
- Peer2peer Network eli vertaisverkko on hajautettu toiminta-arkkitehtuuri, jossa verkosto itsenäisiä toimijoita muodostaa verkoston, jossa jokainen toimija on sekä palvelun tarjoaja että asiakas muille verkon jäsenille.
- Web 3.0: Kuvaa kolmannen sukupolven internetiä, joka internetsivuilla ja sovelluksissa fokusoi koneluettavaan dataan, hajautettuun järjestelmään, tekoälyyn ja jaettavuuteen sekä yhdistettävyyteen. Toinen sukupolvi, eli Web 2.0 kuvaa nykyistä internetiä.

Liite: Kiertotalouden toteutumisen skenaariot

Tässä liitteessä kuvatut skenaariot tehtiin tarkoituksella provosoiviksi tulevaisuuden kuviksi, jotta ne herättäisivät tunteita ja keskustelua työpajassa. Jokaisen skenaarion kuvaamassa tulevaisuudessa on kielteisiä ja myönteisiä puolia, siksi varsinaiseen raporttiin kuvattu tavoitetila ei noudata mitään kuvatuista skenaarioista.

Skenaario A – Iso Globaali

Skenaariossa A yhdistyy voimakas kysynnän tukeminen ja kiertotalouden johtajuuden päätyminen keskitetyksi yhden toimijan haltuun. Esittelimme ensimmäisen skenaarion työpajassa seuraavalla tavalla:

“Kuluttajien välisen kierrätyskaupan ALV-verottomuus on nähty merkittävänä kierrätetyn materiaalin kilpailuetuna. Kiertotaloutta haluttiin edistää laajentamalla tämä verottomuus koskemaan myös yritysten myymää kierrätettyä materiaalia. Olemassa oleva globaali kauppapaikka-alustatalousjätti ACME näki tilaisuuden liiketoiminnalleen merkittävänä mahdollisuutena ja on tehnyt valtavia panoksia kiertotalousmarkkinan edistämiseen. ACME onnistui yrityksessään ja on ylivoimainen markkinaosuusjohtaja (sekä neitseellinen että kierrätetty materiaali).”



Ekosysteemi

Kiertotalouden ekosysteemi on yksinkertaistettuna ACME ja ACMEn kumppaniverkosto. Heidän omistama alusta on voittanut globaalın kilpailun. Asema saavutettiin äärimmäisellä alustatehokkuudella, datan, verkoston- & luotettavuuden hallinnalla ja tehokkaalla (aluksi tappiollisella) markkinaosuuksien kaappaamisella. ACME:ltä tavaraa ostavat toimijat pitävät sitä helppona, edullisena ja luotettavana. ACME takaa kierrätetyn tavaran saataavuuden – jos kierrätettyä ei ole, he toimittavat vastaavan tavaran omaan piikkiin neitseellisestä materiaalista.

ACMEn valta-asema on johtanut tilanteeseen, jossa valmistava teollisuus on joutunut valitsemaan kahden tien väliltä – brändin rakentamiseen ja bränditarvikkeisiin siirtymiseen tai erikoistua hintakilpailuun. Hintakilpailu on johtanut tilanteeseen, jossa materiaalin uudelleenkäyttöä ei juuri tapahdu vaan prosessitehokkuuden nimessä kaikki materiaali ajetaan kierrätyksen kautta uudelleen valmistukseen. Uudelleen (kierrätetystä materiaalista) valmistettu tavara sopii tasalaatuisuudessaan hyvin myös ACMEn prosesseihin. ACME ei alustatoimijana myöskään arvota alustalla myytävää tavaraa, siellä myydään kaikenlaista mas-savalmistetusta kertakäyttötavarasta laadukkaisiin ja pitkäikäisiin bränditavaroihin.

ACME on niin helppokäyttöinen, että nykyiset pienemmän volyymin kauppapaikat eivät pärjänneet kisassa. ACMEn lyömätön arvolupaus on toimittaa kustannustehokkaasti juuri sitä mitä odotat, juuri sillä tasolla kuin ostit ja juuri siihen aikaan kuin sitä tarvitset. Erilaiset kierrätystavaratalot ja suora kuluttajien välinen kauppa näyttäytyy ACME:en verrattuna vaikeilta ja epäluotettavilta.

Toimijat ja roolit

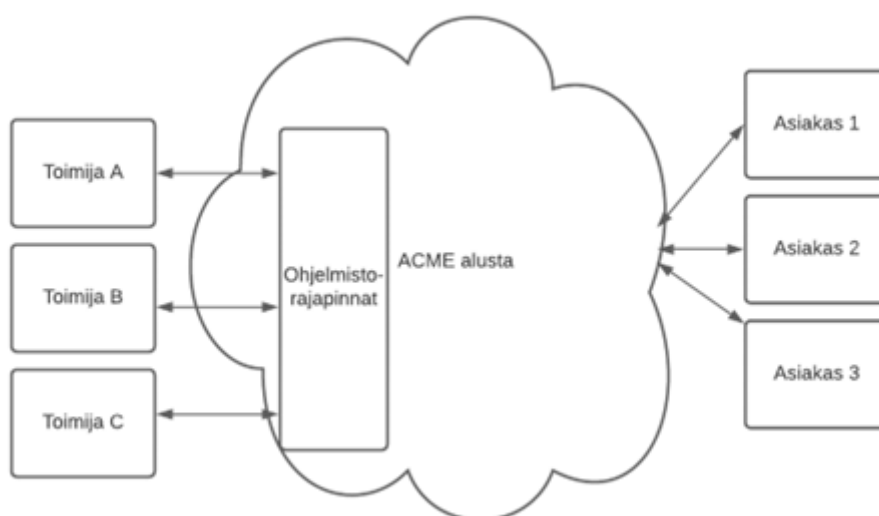
Koko materiaalivirtojen datapohjainen toiminta on yhden jättiyrityksen, ACME, ja sen alustatalouden keinoin hallinnoiman alihankinta- ja työverkoston liiketoimintaa. ACME on asettanut verkostollensa todella tiukat toimintatapa- ja laatuvaatimukset säilyttääkseen asemansa helppoutta arvostavien asiakkaidensa piirissä. Ne toimijat jotka onnistuivat säilyttämään tai rakentamaan suoran suhteen kuluttajiin esim. voimakkaan brändin kautta säilyttivät jonkinlaisen vääntövivun ACME:ä vastaan ja onnistuivat suojelemaan marginaalejansa, mutta valtaosa tavaratoimittajista jäi vahvojen standardien jalkoihin ja päätyi erikoistumaan erilaisiin niche-tuotteisiin ja hintakilpailuun muiden toimijoiden kanssa.

Ne toimijat jotka eivät toimi ACMEn käynnistämän alustatalouden säännöillä, kuten suora kuluttajakauppa tai raskaan oman jälleenmyyntikanavan rakentaneet toimijat kokivat merkittävät tappiot. Kuluttajien oppiminen kierrätetyn materiaalin alustatalouden sääntöihin johti myös palvelubisneksen (tavaroiden liisuus, korjauspalvelut, yhteiskäyttötuotteet yms) tappioksi.

Arkkitehtuuri

ACME:n johtamassa kiertotalousskenaariossa arkkitehtuuri on ylätasolla yksinkertainen, ACME:n yksi kilpailun voittava alusta on kaiken liikenteen keskellä. ACME on saanut määrittellä yksin keskitetyn IT-ratkaisun, jonka ehdoilla koko maailma pyörii globaaleja standardeja myöten.

Kuva 11. Arkkitehtuuri yhden ison toimijan skenaariossa



ACME:n omistaessa kaiken asiakaskommunikaation se saa määrittää kaikkien toimijoiden määrittelemien sääntöjen mukaan. Valtavien alustatoimijoille on lisäksi tyypillistä tehdä mahdollisimman yksiselitteiset ja automaattiset ohjelmistorajapinnat aina toimijoiden tuotannonohjausjärjestelmiä myöten. Näin ACME voi ladata heitä kiinnostavat datat suoraan toimijoiden keskeisistä tietolähteestä asti ja perustella vaatimusta hyvällä asiakaskokemuksella kun he tietävät aina toimittajan reaaliaikaisen varastotilanteen. Reaaliaikaisuuden vaatimuksella voidaan myös perustella vaatimus vaatia toimijat kehittämään tiedon vienti ACME:n järjestelmiin eikä toisinpäin, jolloin kustannukset integraatioiden tekemisestä jää toimijoille.

Skenaario B – Julkinen veturi

Skenaariossa B keskitetty kiertotalouden edistäminen ja tuotannon tukeminen lyövät kättä julkisen veturin johdolla. Esittelimme hypoteettisen skenaarion työpajassa seuraavalla tavalla:

“EU on todennut CO₂ päästökaupan olevan toimiva keino säädellä markkinaa. Nyt he inspiroituivat Norjan öljyrahastosta ja päättivät yhdistää nämä kaksi asiaa yhdeksi valtavaksi resurssirahastoksi. Resurssirahasto on rahasto, johon kerätään varoja yrityksiltä keräämällä veroa kaikesta neitseellisten luonnonvarojen hyödyntämisestä. Tämä on johtanut neitseellisten raaka-aineiden kustannusten merkittävään nousuun ja pyöräyttänyt kiertotalouden voimakkaasti liikenteeseen. Julkishallinto hyödyntää keräämiään varojaan kehittämällä omat tarkat standardit, joiden mukaan se ostaa rahastoon kertyneillä varoilla tuotteita ja palveluita. Näin standardeista on syntynyt markkinoiden yleinen tapa toimia.”



Ekosysteemi

Resurssirahaston valtava vaikutus markkinoihin on muovannut yhteiskuntaa merkittävästi julkishallintovetoiseksi. Kaikki toimivat julkishallinnon säännösten mukaan ja merkittävä osa kilpailusta tapahtuu julkishallinnon resurssirahaston hankintojen ympärillä. Toimijat kilpailevat hinnoilla hankintoihin asetettujen minimivaatimukset täyttävien ratkaisuiden mukaan.

Yksityiset toimijat käyvät kauppaa keskenään, mutta julkishallinnon määrittelemistä standardeista on tullut niin merkittävä tapa jäsentää maailmaa, että he hyödyntävät samoja julkishallinnon määrittelemiä standardeja. Yksityisestä materiaalivirrasta kerätään tietoa julkiseen rekisteriin ja siten luodaan avointa läpinäkyvyyttä kaikesta EU:n sisäisestä materiaalivirroista.

Vaikka hyvinkin tarkat standardit ovat luoneet esteitä uusien toimijoiden markkinoille saapumiseen, avoimet rekisterit ovat toisaalta madaltaneet kynnystä astua mukaan kilpailuun. Kun toimintatavat ovat selkeitä ja kaikki pelaavat samoilla säännöillä, kynnys vaihtaa toimittajaa on pienempi.

Toimijat ja roolit

Yhteiskunnan ja yhteiskunnallisuuden merkitys on korostunut merkittävästi. Voidaan jopa puhua EU:n federaation edistymisestä ja EU:n laajuisen kansallismielisyyden syntymisestä. Vahva julkishallinto määrittelee ja ylläpitää koko markkinoita määrittäviä sääntöjä ja kirittelee kilpailua materiaalirahastosta otetuilla valtavilla julkisilla ostohankinnoilla. Kilpailutukset nojautuvat vahvasti kiertotalouden kannalta tarkoituksenmukaisiin mittareihin ja näin vievät eri toimialojen kiertotalouskehitystä eteenpäin.

Yhtenäisistä ja entistä säännellyimmistä markkinoista iloitsivat merkittävästi myös erilaiset sertifiointi- ja tarkastusyrietykset sekä IoT-sensorivalmistajat. Heidän liiketoimintansa käy kuumana kun kaikkien toimijoiden täytyy toimia samojen valtion asettaman toimintatapojen tahtiin – ja hankkia prosesseista dataa, jonka kolmannen osapuolen auditoivat ja hyväksyvät.

Keskitetysti johdettu markkina on juuri niin hyvä kuin sen johtajat ovat. Ne toimijat, jotka eivät pystyneet toimimaan määriteltyjen säännösten mukaan tai eivät tulleet toimeen julkisten toimijoiden sääntöjen mukaan hävisivät kilpailun nopeasti. Heistä tuli julkisissa kilpailutuksissa pärjäävien yritysten ostokohteita tai alihankkijoita.

Arkkitehtuuri

Arkkitehtuurisesti keskitetty materiaalirahasto kulminoituu julkishallinnon komponenttiin, raportointijärjestelmiin, materiaalirekisteriin, materiaalirahaston järjestelmiin ja sertifikaatirekisteriin. Keskitetyt julkishallinnon rekisterit ja tietovarastot tukevat avoimia kaikille julkisten digi- ja fyysisten palveluiden tuottamista joita hyödyntävät sekä kuluttajat että yksityiset toimijat.

Kuva 12. Arkkitehtuuri reguaaltiopohjaisessa skenaariossa



Yksityisten yritysten kannalta valmistavien yritysten liittymät ja rajapinnat julkisen hallinnon rekistereihin korostuu, rekisteriin ilmoittamatta jääneet materiaalivirrat ovat rikos itsessään. Tästä syystä jokaisen toimija on pystyttävä raportoimaan toiminnastansa julkishallinnolle joko uusien raportointijärjestelmien tai niiden ohjelmistorajapintojen kautta. Yksityisten toimijoiden toimintaa seuraavat toiminnantarkastajat, jotka raportoivat sertifikaattirekisteriin auditointien tulokset.

Skenaario C – Yritysten dataklubit

Skenaariossa C kiertotalouden kehittyminen tapahtuu hajautetusti ja lähtee etenemään tuotantovetoisesti. Kutsumme skenaariota yritysten dataklubeiksi. Esittelimme hypoteettisen skenaarion työpajassa seuraavalla tavalla:

“Kiertotalouteen massiivisiin investointeihin ryhtyviä yrityksiä tuettiin julkisella rahalla. Jaettavat rahat ja niille asetettavat tavoitteet olivat niin vaativia, että yritykset lähtivät kumppanoitumaan saavuttaakseen tavoitteet. Kumppanoitumisen kautta yritykset saavuttivat ennustettavimmat materiaalikierrot ja helpomman hallittavan toimintaympäristön itsellensä. Lopputuloksena erilaisille tuotteille ja toimijoille syntyi erilaiset ekosysteemit. Edullisia tuotteita tuottavat yhtiöt kumppanoituivat hyvin paikallisesti logistiikkakustannusten välttämiseksi, arvokkaat ja kevyitä materiaaleja hyödyntävät yhtiöt loivat globaaleja kumppanuuksia. Pääasiallinen kumppanoitumisen ajuri on paremman liiketoiminnan tekeminen – kiertotalous on resurssitehokkuudessaan järkevää. Kumppanit muodostivat omat tavat toimia ja jakaa tietoa keskenään ja niitä alettiin kutsua dataklubeiksi.”

Kuva 13. Dataklubit sijoittuminen globaalisti



Ekosysteemi

Dataklubivetoisessa maailmassa yritykset ovat kumppanoituneet voimakkaasti ja kierto-talous on muodostunut erilaisten lineaaritalouden palasista. Näin yritykset ovat saaneet keskittyä yhteen ydintehtäväänsä ja erikoistua heidän ydinosamiseensa. Vahvat kumppanuudet ovat tehneet materiaalikierroista ennustettavampia ja kokonaisuudesta helpommin hallittavan mm. tietoturvan, laadun ja toimintatapojen kannalta. Tyypillisesti kumppanuudet muodostuvat eri toimialojen ja arvoketjun eri vaiheiden välisiksi kumppanuuksiksi. Kumppanoitumisen pääajurina on ollut logistiikkakustannukset, mitä suurempi, raskaampi ja halvempi kiertoon menevä tuote on, sitä maantieteellisesti paikallisempia kumppanuudet ovat. Kevyet, arvokkaat ja pienet resurssit jatkavat globaaleissa ekosysteemeissä.

Taloudesta tuli kumppanuuksien muodostamien ekosysteemien kilpailu. Jokainen ekosysteemi on muodostanut omat työkalukokonaisuudet, toimintatavat ja prosessit. Näin kumppanien vaihtamisen kustannukset ovat suuret. Ekosysteemien erilaisuus heijastuu myös asiakkaisiin, he joutuvat valitsemaan itselle sopivimman ekosysteemin. Ekosysteemien vaihtamisen vaikeus on johtanut ekosysteemien polarisoitumiseen ja kehityssuunnalle ei näy muutosta tulevaisuudessa.

Ekosysteeminen kehitys on johtanut yritysten välisiin pitkiin kumppanuuksiin, joka on luonut ylikvartaalista tehokkuutta ja rohkeutta investoida. Luottamus toimijoiden välillä on korostunut ja kilpailu on siirtynyt ekosysteemien välille. Yritysten on helppoa toimia, kun he ovat valmiita joustamaan ekosysteemin edun vuoksi ja tietävät mitä tulevat saamaan.

Samasta syystä erilaiset jakamistalouden, yhteisten kauppapaikkojen ja laajempi materiaalien välittämispalvelut nähdään epäilyttävinä. Läpinäkyvyys materiaalin lähteisiin on vaikea toteuttaa maailmassa jossa yritykset toimivat lähinnä lähipiirinsä kanssa. Tämä on johtanut myös materiaalien uudelleen käytön romahtamiseen. Samanlaisia käyttökohteita ei ekosysteemien sisällä juuri ole ja toisille ekosysteemeille ei luovuteta merkittäviä resursseja.

Toimijat ja roolit

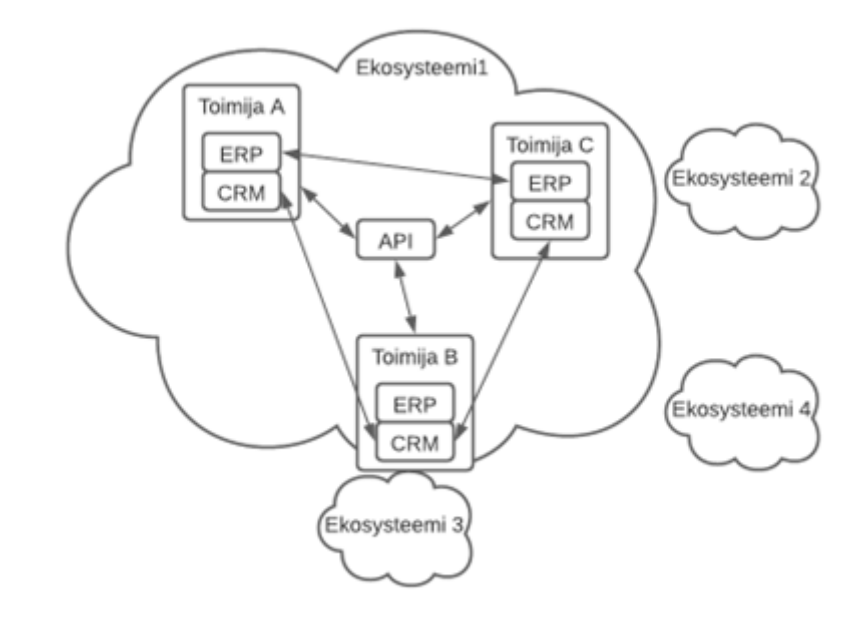
Yritysten dataklubien maailmassa toimijoiden ja roolien määrä ei ole itsessään merkittävästi vähentynyt, mutta kumppanuuksien laadusta ja verkoston laajuudesta on tullut määräävä kilpailuvaltti. Ilman dataklubia yritys on epäilyttävä hylkiö, ihmiset ihmettelevät miksi he eivät tee yhteistyötä.

Asiakassuhteen muuttuminen ekosysteemivalinnaksi on johtanut toimittajien vaihtamisen kynnyksen nousemiseen ja siten myös asiakashankinnan kustannusten nousemiseen. Ekosysteemisessä maailmassa uusien toimijoiden on vaikeampi saapua markkinoille mikä puolestaan vähentää kilpailua.

Arkkitehtuuri

Yritysten keskinäiset dataklubit johtaa yhtenäisten ekosysteemien syntymiseen syvää yhteistyötä tekevien yritysten välille. Niiden keskeisimpien toimijoiden keskeisten järjestelmien (esim. ERP tuotannonohjausjärjestelmät ja CRM asiakastietohallintajärjestelmien) välille syntyy sekä suoria integraatioita että yhteisiä ohjelmistorajapintoja (API). Näin yritykset voivat hyödyntää suoraan toistensa tietoja ja kilpailla yhdessä muiden ekosysteemien kanssa.

Kuva 14. Arkkitehtuuri dataklubipohjaisessa skenaariossa



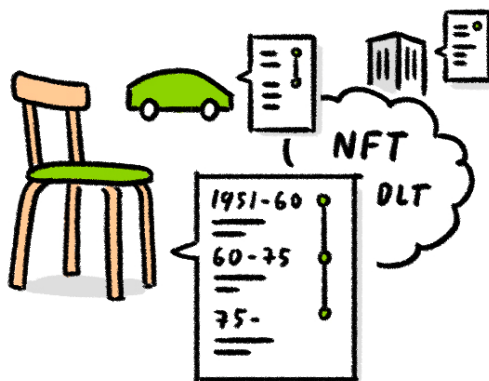
Arkkitehtuurisesti skenaario C ei aiheuta juuri muita muutoksia. Nykyiset tietojärjestelmät voidaan hyötykäyttää kumppanoitumisessa. Kumppanuudet ajavat yhtäläisiä järjestelmävalintoja ekosysteemin sisällä ja kasvattavat tarvetta yhteisille yritysten välisille ohjelmistorajapinnoille.

Skenaario D – Käyttöarvo vertaisvaihdannassa

Skenaariossa D yhdistyy voimakas kysynnän tukeminen ja kiertotalouden johtajuuden päätyminen voimakkaasti hajautettuun malliin. Esittelimme neljännen skenaarion työpa- jassa seuraavalla tavalla:

“Skenaariossa D kuluttajien nostama kestävien tuotteiden vaihtaminen ja tuotteeseen liittyvä pantti on luonut erittäin hajautetun markkinan. Kaikessa toiminnassa vain sellaiset kestotuotteet, joilla on hyvä arvo uusiokäyttömarkkinalla ovat muodostuneet voittajiksi. Valmistajat merkitsevät tuotteet hajautettuun vertaisverkkoon ja maksavat tuotteestaan pantin, joka palautetaan rahana sille, joka lopulta loppuun asti käytetyn ja useita kertoja korjatun tuotteen palauttaa materiaalien kierrätykseen. Kiertotalous on ensisijaisesti vertaismyyntiä ja -vaihdantaa, eikä toimivia tuotteita käytännössä lainkaan poisteta kierrosta vaan ne kokoavat käyttöhistoriaa lohkoketjuun ja tuotteen arvo voi jopa nousta kun sitä on käyttänyt arvostettu henkilö (vrt. huippuviulut, joiden jokainen soittaja tiedetään).”

Kuva 15. Käyttöarvo vertaisvaihdannassa



Ekosysteemi

Vertaisvaihdannassa yritykset ovat jääneet hieman arkielämän sivuun. Niillä on rooli valmistaa uusia laadukkaita tuotteita ja osaltaan seurata tuotteiden elinkaarta, mutta koska uusien tuotteiden määrä on huomattavasti nykyistä pienempi, niin uusien tuotteiden kauppa on kärsinyt muutoksesta. Tuote palveluna -malli toi ideologian, jossa tuotteen käytöstä maksetaan, joten yritykset alkoivat tuottamaan kestävämpiä tuotteita. Kestävät tavarat pysyvät kierrossa ja käytettyjen tavaroiden tarinat alkoivat houkuttelemaan. Kertakäyttökulttuuria alettiin hylkimään. Tavara ilman tarinaa ja selkeätä korjaushistoriaa on epäilyttävä.

Tuotteisiin valmistushetkellä kiinnitettävä panttitunniste ja tuotteen historia ovat aiheuttaneet sen, että jokaisella tuotteella on vähintään pantin suuruinen arvo. Tämän takia esim. vanhoja sohvia ei kukaan enää vie metsään, vaan kaikki kierrätetään kunhan käyttöikä tulee täyteen, eikä korjaaminen enää ole mielekäästä. Pantti ja tavaroiden tuotepassi yhdistettynä vaihtoseurantaan on minimoinut hävikin ja omistaminen on hieman rasite, sillä omistamiseen kuuluu myös velvoite huolehtia tavaroista koko omistamisen ajan. Tätä vielä vahvistaa se, että omistamisesta jää globaalisti seurattava tietojärjestelmäjälki.

Talous pyörii pääosin alueellisissa ja varsin itsenäisissä ekosysteemeissä. Koska kaikki pyritään kierrättämään, niin myös esim. yhdyskuntajäte kompostoidaan ja siitä saatu multa toimii uusien kasvipohjaisten ruokien kasvualustana. Ekosysteemeissä on eri henkilöillä osittain eri rooleja, mutta osa ihmisistä toimii hyvin omavaraisesti. Kestokulutushyödykkeitä pyritään käyttämään tehokkaasti ja pienessä yhteisössä voi olla esimerkiksi vain yksi betoniporakone tai oksasilppuri, jota jokainen voi lainata. Uusia luonnonvaroja ei juurikaan louhita, mutta esimerkiksi luomutyypinen kasviviljely ja metsänkasvatus ovat arvostettuja toimintoja.

Koska omistamisen halu ja tarve ovat pienentyneet eikä kaikkia välineitä ole jokaisella, vaan jakamistalouden mallit ovat yleistyneet, niin ihmisten hektisyys on vähentynyt – asiat eivät vain tapahdu juuri heti ja pieneen odottamiseen on totuttu. Tämä on johtanut myös tuotannollisen tehokkuuden pienemiseen, jota vielä tukee se, ettei uusia tuotteita haluta lanseerata niin paljon.

Toimijat ja roolit

Kuluttajien oma rooli on muodostunut merkittävämmäksi ja arkisten tavaroiden jakamis- ja kiertotalouspalveluiden tuottajien liiketoiminta kasvoi merkittävästi. Yhä laajempi joukko seppiä, mekaanikkoja ja ompelijoita erikoistui huoltotoimintaan. Aiempaa vahvemmin toimijoina mukaan tuli myös mm. taitavia korjaajia ja jatkojalostajia. Samasta syystä myös elämyksiä ja kestäviä tuotteita myyneet brändit (Esim. Patagonia, Harley Davidson) saivat merkittävän vauhdin liiketoiminnalleen. Toimijat jotka onnistuivat yhdistämään brändit, kestävät tavarat ja uniikit tarinat tuotteille voittivat kisan.

Koska kaikki tavara ei kierrä pelkästään lähialueella kaverilta-kaverille muodostettiin myös tori.fi -tyyppinen kierrätyspaikka, jossa kierrätyksessä tapahtuva materiaalien arvon säilyminen oli tärkeämmässä roolissa kuin suoranainen €-pohjainen arvo tai kiertonopeus. Kuluttajien välisen kaupan yleistyessä myös logistiikkatoimijat saivat osansa. Pakettien määrän valtava volyymin kasvu jatkoi kasvamistaan.

Neitseellisten materiaalien ja kertokäyttötarvikkeiden luomiseen ja jalostamiseen erikoistuneet yhtiöt kärsivät. He joutuivat muuttamaan prosessejaan

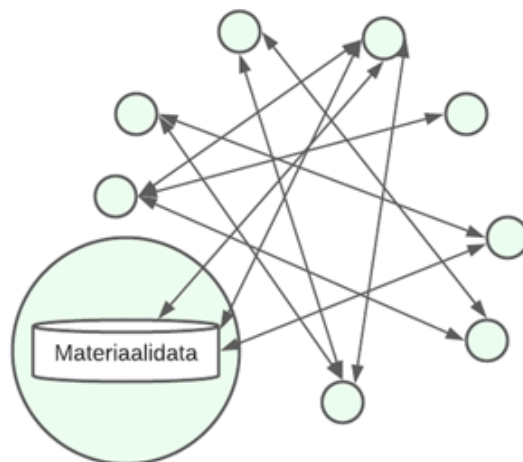
kiertotalousystävällisemmäksi tai tyytymään pienempään liiketoimintaan. Erityisesti pitkiin alihankintaketjuihin nojaavat toimijat (elektroniikka, rakennettu ympäristö) koh-tasi haasteita sillä tarinoiden muodostuminen oli heille erittäin vaikeata koska tarvittavaa dataa ei ollut saatavilla.

Arkkitehtuuri

Skenaariossa D ei ole yhtä keskitettyä luotettavaa toimijaa, joka voisi pitää yllä rekisteriä. Kuluttajille on kuitenkin muodostunut tarve keskitetylle tietokannalle, johon on talletettu kaikesta materiaalista oma digituotepassi. Digituotepassi sisältää täydellisen siihen syötetyn tuotehistorian ja on saataville kenelle tahansa tuotteeseen kiinnitetyn tunnisteiden avulla.

Tämä johtaa hajautetun vertaisverkon tarpeeseen. Vertaisverkostossa jokaisella toimijalla on oma versionsa materiaalidatarekisteristä, joka keskustelee muiden verkkoon liittynei-den rekisterien kanssa. Nykyteknologiassa tämän kaltaisia ratkaisuja on mm. Signal-verk-koviestintäsovellus ja Blockchain-teknologiaan perustuvat NFT-verkostot. Hajautettujen vertaisverkkojen vahvuus on sen toiminta globaalien verkkojen toiminnassa tilanteissa jossa verkostossa ei toimi yhtä luotettavaa toimijaa jossa tieto tuotetaan hajautetusti. Vertais-verkossa yritykset, kuluttajat ja julkinen sektori ovat yksi toimija muiden joukossa.

Kuva 16. Arkkitehtuuri vertaisvaihdantaan perustuvassa skenaariossa



Tyypillisesti tämän kaltaiset teknologiat on julkaistu avoimena lähdekoodina sen luotettavuuden takaamiseksi. Jokainen vertaisverkkoon osallistuja omistaa itsenäisen materiaalidata-ratkaisun johon he voivat syöttää tietoa ja josta he voivat kysellä tietoa erilaisista tuotteista. Yhtä keskitettyä materiaalitietokantaa ei ole.

Lähteet

1. Abdella & Shuaib (2018) Peer to Peer Distributed Energy Trading in Smart Grids: A Survey [Energies 2018, 11(6), 1560] Haettu 29.5.2022 osoitteesta <https://doi.org/10.3390/en11061560>
2. Antikainen, M., Uusitalo, T., Kivikytö-Reponen, P. (2018) Digitalisation as an Enabler of Circular Economy. 10th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems, IPS2 2018, 29–31 May 2018, Linköping, Sweden. ISSN: 2212–8271
3. Bowcott H., Pachtod D., Pinner D. (12.11.2021) COP26 made net zero a core principle for business. Here's how leaders can act [Verkkajulkaisu, McKinsey & Company] Haettu 15.12.2021 osoitteesta: <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/cop26-made-net-zero-a-core-principle-for-business-heres-how-leaders-can-act>
4. Boyer, R.H.W., Hunka, A.D., Whalen, K.A. (2021) Consumer Demand for Circular Products: Identifying Customer Segments in the Circular Economy. Sustainability 2021, 13, 12348. <https://doi.org/10.3390/su132212348>
5. Gartner, inc (14.7.2021) Hype Cycle for Blockchain 2021; More Action than Hype [verkkajulkaisu, blogi] Haettu 30.5.2022 osoitteesta: <https://blogs.gartner.com/avivah-litan/2021/07/14/hype-cycle-for-blockchain-2021-more-action-than-hype/>
6. Gartner, inc (18.1.2022) Top Trends in Government for 2022: Data Sharing as a Program [sähköinen tutkimusaineisto]
7. Gov.uk (29.10.2021). UK to enshrine mandatory climate disclosures for largest companies in law. Haettu 6.2.2022 osoitteesta: <https://www.gov.uk/government/news/uk-to-enshrine-mandatory-climate-disclosures-for-largest-companies-in-law>
8. Groschopf Wolfram, Dobrovnik Mario, Herneth Christian (2021) Smart Contracts for Sustainable Supply Chain Management: Conceptual Frameworks for Supply Chain Maturity Evaluation and Smart Contract Sustainability Assessment. Frontiers in Blockchain 4. Haettu 30.5.2022 osoitteesta: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fbloc.2021.506436>

9. Euroopan komissio (19.2.2020) Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle. [Verkkajulkaisu] Haettu osoitteesta: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0066&from=EN>
10. European data strategy (25.5.2022) Making the EU a role model for a society empowered by data [Verkkosivusto, Euroopan komissio] Haettu 30.5.2022 osoitteesta: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_en
11. EU:n neuvosto (17.12.2020) "Uusi kiertotalouden toimintasuunnitelma – Puhtaamman ja kilpailukykyisemmän Euroopan puolesta". [Lehdistötiedote, EU:n neuvosto] Haettu 7.1.2022 osoitteesta <https://www.consilium.europa.eu/fi/press/press-releases/2020/12/17/council-approves-conclusions-on-making-the-recovery-circular-and-green/>
12. Hedberg A., Šipka S., Bjerkem J., (2019) Creating a digital roadmap for a circulareconomy. [Keskustelupaperi, Sustainable prosperity for Europe programme] Haettu 7.2.2022 osoitteesta: <https://www.climate-kic.org/wp-content/uploads/2019/07/DRCE.pdf>
13. IDSA (n.d.) International Data Spaces: The future of the data economy is here [Verkkosivusto] Haettu 30.5.2022 osoitteesta: <https://internationaldataspaces.org/>
14. IFRS (n.d.) About the International Sustainability Standards Board. Haettu 6.2.2022 osoitteesta: <https://www.ifrs.org/groups/international-sustainability-standards-board/#about>
15. Karhu, Kimmo (26.11.2021) Alustataloutta voisi käyttää myös hyvän luomiseen – millainen olisi yhteiskunnan näkökulmasta hyvä alusta? [Verkkajulkaisu] Haettu osoitteesta: <https://www.mustread.fi/artikkelit/alustataloutta-voisi-kayttaa-myos-hyvan-luomiseen-millainen-olisi-yhteiskunnan-nakokulmasta-hyva-alusta/>
16. Kauppila (ed) et al. (2022) Handbook for a Data-Driven Circular Economy in Finland: Data Sources, Tools, and Governance for Circular Design. Haettu 3.4.2022 osoitteesta: <https://cris.vtt.fi/en/publications/handbook-for-a-data-driven-circular-economy-in-finland-data-sourc>
17. Lacy, Peter; Long, Jessica; Spindler, Wesley (2020) The circular economy handbook: Realizing the circular advantage

18. Materiaalitori (2022) Materiaalit kiertoon! [Verkkosivusto] Haettu 10.2.2022 osoitteesta: <https://www.materiaalitori.fi/>
19. McGinty D. (2021) 5 Opportunities of a Circular Economy [Verkkajulkaisu, 3.2.2021, World Resources Institute] Haettu 7.1.2022 osoitteesta: <https://www.wri.org/insights/5-opportunities-circular-economy>
20. Moloney, P. (2021) The Circular Economy; 5 key drivers in 2021 [Verkkajulkaisu, Ramboll] haettu 7.1.2022 osoitteesta: <https://ramboll.com/ingenuity/the-circular-economy-5-key-drivers-in-2021>
21. Nevala Mikko (3.5.2019) Materiaalipassit käyttöön. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. [Verkkolehti] Haettu 30.5.2022 osoitteesta: <https://lehti.seamk.fi/alykkaat-ja-energiatehokkaat-jarjestelmat/materiaalipassit-kayttoon/>
22. Nordic Innovation (2021) Data Sharing for a Circular Economy in the Nordics. Saatavilla: <https://www.nordicinnovation.org/CEdatasharing>
23. Peltö, Joakim (2020) Konesalien energiatase ja hiilijalanjälki [Opinnäytetyö, Lappeenranta-Lahden teknillinen yliopisto] <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020060942370>
24. Pesonen, M. (2020) Tutkimus: Musiikin kuuntelu striimattuna jättää isomman hiilijalanjäljen kuin cd- tai vinyylilevyt huippuaikoinaan [Verkkouutinen, Yle] Haettu 5.11.2021 osoitteesta: <https://yle.fi/uutiset/3-11208126>
25. Ranta, Valtteri & Aarikka-Stenroos, Leena & Väisänen, Juha-Matti. (2021). Digital technologies catalyzing business model innovation for circular economy— Multiple case study. Resources, Conservation and Recycling. 164
26. Silfver, Vesa (2021) Key factors in design of a new B2B circular economy platform ecosystem (Management Research Challenge, Henley Business School, University of Reading) https://www.motiva.fi/files/19053/Key_Factors_in_Design_of_a_New_B2B_Circular_Economy_Platform_Ecosystem_-_Vesa_Silfver_Henley_Business_School.pdf
27. Sitra (10.3.2019) Yrityksen pelistrategiassa ovat uudet kiertotalouden liiketoimintamallit. [Verkkajulkaisu, Sitra] Haettu 14.12.2021 osoitteesta: <https://www.sitra.fi/artikkelit/yrityksen-pelistrategiassa-uudet-kiertotalouden-liiketoimintamallit/>

28. Sitra (1.6.2021) Taksonomia tulee: Kestävyyden luokittelu vaikuttaa rahoituksen hintaan. [Verkkajulkaisu, Sitra] Haettu 13.12.2021 osoitteesta: <https://www.sitra.fi/blogit/taksonomia-tulee-kestavyyden-luokittelu-vaikuttaa-rahoituksen-hintaan/>
29. 29 Solace (25.2.2021) How PubSub+ Platform Distributes Trade Processing Events in Post-Trade Systems [Verkkajulkaisu, blogi] Haettu 29.5.2022 osoitteesta: <https://solace.com/blog/pubsub-platform-distributes-trade-processing-events/>
30. Teosto (20.10.2021) Musiikin kuuntelu digitalisoituu: yhä suurempi osa suomalaisista striimaa musiikkia puhelimella, myös striimikeikat ovat tulleet jäädäkseen. Haettu 5.11.2021 osoitteesta <https://www.teosto.fi/musiikin-kuuntelu-digitalisoituu/>
31. Toivanen, K. (2017) Kiertotalouden yitmessä (Historiikki, Suomen Uusioraaka-aineliitto 1950-2016) <https://uusioraaka-aineliitto.fi/liiton-historiateos/>
32. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja (2020:13) Kiertotalouden ekosysteemit [Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Yritykset, 2020:13] Haettu 31.5.2022 osoitteesta: <https://tem.fi/julkaisu?pubid=URN:ISBN:978-952-327-500-3>
33. Uosukainen, V. (2021) Kiertotalouden digitaalinen jakamisalusta [Opinnäytetyö, LAB-ammattikorkeakoulu] Haettu 9.11.2021 osoitteesta: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/493271/Opinn%C3%A4ytety%C3%B6_Ville_Uosukainen.pdf?sequence=2&isAllowed=y
34. Valtioneuvosto (2021). Uusi suunta – Ehdotus kiertotalouden strategiseksi ohjelmaksi, Valtioneuvoston julkaisuja 2021:1. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162654>
35. Vanne, K. (2019) Alustatalouden kehitys ja sen vaikutukset yritysten liiketoimintaan sekä kuluttajiin. [Kandidaatintyö, LUT-yliopisto] Haettu 4.2.2022 osoitteesta: https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/159647/Kandidaatinty%C3%B6_Vanne_Kaius.pdf?sequence=1&isAllowed=y
36. Väisänen (2021) Digitaaliset ratkaisut kiertotalouden ajureina [Tampereen yliopisto: CircVol-hankkeen raportti, rahoittaja 6Aaika ja Euroopan unioni] Haettu 11.2.2022 osoitteesta: <https://6aika.fi/wp-content/uploads/2020/12/Digitaaliset-ratkaisut-kiertotalouden-ajureina-1.pdf>

37. World Economic Forum (2020) Raising Ambitions: A new roadmap for the automotive circular economy. [Verkojulkaisu] Noudettu 1.8.2022 osoitteesta: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Raising_Ambitions_2020.pdf

38. Ympäristöministeriö (2012) Jätelaki, 646/2011. Haettu 10.2.2022 osoitteesta: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>

39. Valtioneuvoston periaatepäätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta (30.3.2021) Ympäristöministeriö, Työ- ja elinkeinoministeriö. [Periaatepäätös] Haettu 12.11.2021 sivustolta: <https://ym.fi/kiertotalousohjelma>

40. Ympäristöministeriö (17.5.2021) KIRA Dataflow katsoo muutosta ja kehitystyötä helikopterista [Verkojulkaisu] Haettu osoitteesta: <https://valtioneuvosto.fi/sv/-/1410903/kira-dataflow-katsoo-muutosta-ja-kehitystyota-helikopterista>

41. Zamayatin, Harz et al.(2019) XCLAIM: Trustless, Interoperable, Cryptocurrency-Backed Assets [2019 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP), 2019, pp. 193–210]

Verkkajulkaisu
ISSN 1797-3562
ISBN 978-952-327-989-6

Sähköinen versio: julkaisut.valtioneuvosto.fi
Julkaisumyynti: vnjulkaisumyynti.fi