

# Talous kasvuun uusin ajatuksin

## Kiertotalouden keinovalikoima käyttöön

”

*Suomi siirtyy kohti kiertotaloutta uusien liiketoiminta- ja teknologiainnovaatioiden kautta. Uudet ratkaisut mahdollistavat yhteiskunnan läpileikkaavan systeemisen muutoksen. Erilaiset kumppanuudet ja yhteistyö ovat avainasemassa innovaatioiden synnyttämisessä. Kiertotalouden haasteiden ratkaiseminen on arkea VTT:n toiminnassa. Nyt on aika koko yhteiskunnan tasolla siirtyä sanoista tekoihin.*

*Anne-Christine Ritschkoff  
Tieteellinen johtaja  
VTT*

### Kiertotalous-Suomeen uusilla toimintamalleilla

Kiertotalous-Suomessa arvoa luodaan uusilla, kiinnostavilla ja arkipäivän elämää helpottavilla sekä liiketoimintaa uudistavilla palveluratkaisuilla. Älykkäät energiaratkaisut sekä edistykselliset prosessit ja menetelmät mahdollistavat vähäpäästöisen tuotannon. Jätteet ja teollisuuden prosessien sivuvirrat tarjoavat materiaaliresurssin. Yhdessä uusien ajattelu- ja toimintatapojen sekä verkottuneiden liiketoimintamallien kanssa teknologia on mahdollistanut harppauksen kohti kiertotaloutta, josta yritykset, kuluttajat, yhteiskunta ja ympäristö hyötyvät.

Pääsemme kiertotalouteen konkreettisten tekojen kautta. Esittelemme kiertotalous-Suomen viisi ratkaisua:

1. Siirtymällä kulutustuotteiden myynnistä palvelujen tarjoamiseen voimme pienentää materiaalien kulutusta ja saada uusia liiketoimintamahdollisuuksia edistäen samalla kotimaisen palveluliiketoiminnan kehittymistä. Pilotoinnilla päästään nopeasti ja kustannustehokkaasti testaamaan uusia liiketoimintamalleja.
2. Ruokahävikin pienentäminen mahdollistuu alkutuotannon, elintarviketeollisuuden, kaupan ja kulutuksen uusilla toimintatavoilla ja teknologioilla, jotka parantavat materiaalitehokkuutta ja avaavat kotimaiselle teollisuudelle liiketoimintamahdollisuuksia.

3. Digitalisaation myötä yhä useammat tuotteet sisältävät elektroniikkaa. Perinteiset mekaaniset kierrätysprosessit soveltuvat huonosti yhä monimutkaisemmiksi muuttuvien tuotteiden kierrätykseen. Yhdistelmätekniikoihin perustuvalla kierrätyskonseptilla voidaan metallien ja muiden raaka-aineiden talteenottoa tehostaa sekä materiaalihukkaa vähentää, mikä avaa myös uusia liiketoimintamahdollisuuksia.
4. 3D-tulostus luo uutta liiketoimintaa koneiden ja laitteiden osien tuotantoon, mikä vähentää materiaalien kulutusta ja voi synnyttää uudenlaisia metallien jalostuksen mahdollisuuksia Suomeen.
5. Useita liikkumismuotoja yhdisteleviä, kuluttajan tarpeisiin mukautuvia liikkumispalveluja ja kulkuneuvojen yhteiskäyttöä edistämällä nostetaan kulkuneuvojen käyttöastetta ja vähennetään liikkumiseen käytettyjen luonnonvarojen kulutusta.

## Älykäs kiertotalous koskee jokaista suomalaista yritystä

Kiertotalouden mahdollisuuksien hyödyntäminen vaatii yhteiskuntaa läpileikkaavan muutoksen, mihin sisältyy uudenlaista liiketoimintaosaamista, uusia teknologiaratkaisuja ja ajattelutapojen ja rakenteiden muuttumista. Ajatusmaailman, arvostusten ja kulutustarpeiden muuttuessa jokainen yritys saa haasteen uudistaa omaa toimintalogiikkaansa hyötyäkseen kiertotalouden mahdollisuuksista. Vaikka digitalisaatio ja palvelullistuminen painottavat virtuaalisten ratkaisujen merkitystä, kiertotaloudessa tarvitaan myös energiatehokkaita, vähäpäästöisiä ja ketteriä prosesseja, valmistavaa teollisuutta ja logistiikkaratkaisuja.

Kiertotaloudessa aineiden ja materiaalien lisäksi taloudellinen ja aineeton arvo kierrää ja jopa lisääntyy. Arvoa lisätään sulkemalla materiaalien kiertoa eli minimoimalla jäte. Lisäksi säilytetään sekä materiaalien että tuotteiden arvo ja luodaan uutta arvoa teknologian ja palvelujen kautta. Samalla kehitetään kokonaisvaltaisesti resurssitehokkuutta kehän kaikissa osissa. Systeemiä tarkastellaan kokonaisuutena (elinkaariajattelu) ja yhteiskunnalliset ja ympäristövaikutukset arvioidaan koko arvoketjun yli.



Kiertotalous luo uutta liiketoimintaa, mutta samalla se haastaa nykyiset liiketoimintamallit, verkostot ja osaamisen. Tähän voidaan valmistautua ymmärtämällä tuleva liiketoimintaympäristön muutos, tunnistamalla mahdollisuudet sekä etsimällä uusia arvonluontitapoja yhdessä eri toimijoiden kanssa. Kiertotalous vaatii muutosta yritysten kaikilla tasoilla, strategioissa, liiketoimintamalleissa sekä prosesseissa. Kiertotaloudessa arvo luodaan ekosysteemeissä. Tarvitaan uusia kumppanuuksia, joissa arvoa luodaan ja jaetaan. Ekosysteemeissä tarvitaan myös uusia yhteistyön toimintamalleja esimerkiksi tiedon jakamiseen ja hyödyntämiseen.

---

## Yhden yrityksen ei tarvitse sulkea kehää, vaan se suljetaan ekosysteemissä.

---

### Kasvua kiertotalouden palvelujen kautta

Kaksi kolmasosaa Suomen bruttokansantuotteesta koostuu jo nyt palveluista. Kiertotalous-Suomessa tämä luku on vielä suurempi. Tuotteiden myynnin sijaan myydään ja jaetaan käyttöoikeutta, pidennetään tuotteiden elinkaarta päivittämällä, korjaamalla sekä valmistamalla uudelleen laitteita. Arvoa luodaan jakamalla ja optimoimalla resursseja entistä tehokkaammin. Viisaasti suunniteltuna ja toteutettuna tämä johtaa merkittäviin ympäristökuorman vähennyksiin. Kiertotalous myös luo kysyntää täysin uusille palveluille, esimerkiksi tuotteiden ja materiaalien keräämiseen ja logistiikkaan sekä käyttäjiä ja palvelun tarjoajia yhdistäville alustoille. Palvelujen lisääntymisen kautta Suomeen saadaan kasvuja ja työllisyyttä.

Palvelullistuminen ja digitalisaatio tukevat kiertotaloutta läpi koko valmistuksen ja tuotteen elinkaaren. Palvelumallissa käyttäjä siirtyy maksamaan käyttöoikeudesta tai suorituskyvystä, mikä motivoi palveluntarjoajaa ja palvelunkäyttäjää optimoimaan resurssien käyttöä yhdessä. Siirtyminen tuotteiden myyjästä palveluiden tarjoajaksi vaatii yrityksessä kulttuurin, prosessien sekä liiketoimintamallin muutosta. Myös ostajan puolella tarvitaan ajattelumallin muutos sekä prosessien sopeuttamista. Onnistunut palvelumalli tuottaa entistä tiiviimmän yhteistyösuhteen jossa kaikki osapuolet hyötyvät. Joillakin toimialoilla, kuten autoteollisuudessa leasing- ja vuokraussopimukset ovat arkipäivää, joissakin ne ovat vasta tulossa, kuten kemianteollisuudessa.

Palvelujen kautta voidaan rakentaa myös laajempia ekosysteemejä, joiden kautta tarjotaan sekä yrityksille että kuluttajille entistä kokonaisvaltaisempia ratkaisuja. Kiertotalous on yhtä aikaa sekä globaalia että lokaalia. Palvelut tuodaan lähelle kuluttajia ja heidän kulkureiteilleen. Niiden käyttö sujuu joustavasti hyödyntämällä Esineiden Internetin (IoT) ratkaisuja.

### Taitavat tiedon hyödyntäjät menestyvät

Digitalisaatio tukee ja vauhdittaa kiertotaloutta. IoT-ratkaisuilla jäljitetään raaka-aineita, tuotteita ja kaskustoa, optimoidaan niiden käyttöastetta sekä tarkkaillaan niiden kuntoa. Tämä lisää yritysten kiinnostusta siirtymään palveluliiketoimintaan, joka luo paremmat mahdollisuudet tiedon keräämiselle tuotteen elinkaaren ylitse. Yritykset, joilla on tietoa, hyötyvät oman liiketoiminnan kehittämisestä sekä löytävät uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Erilaiset palvelualustat kokoavat palvelujen tuottajia ja käyttäjiä yhteen. Esimerkkinä ovat jakamistalouden alustat, joiden kautta kuluttajille on syntynyt kiinnostavia ja lisäarvoa tuottavia palveluja kuten autojen jakamispalveluja sekä asuntojen vaihto- tai vuokrauspalveluja. Vastaavasti yritysten välisessä toiminnassa digitaaliset alustat luovat uusia liiketoimintamahdollisuuksia tiedon taitaville yhdistäjille, mutta menestyminen edellyttää myös rajaresurssien avoimuutta.

Nopeasti kehittyvä lohkoketjuteknologia avaa kustannustehokkaita, globaaleja ja turvallisia ratkaisuja maksamiseen, jakamiseen, sopimusten tekemiseen ja resurssien käytön optimointiin sekä yritysten että kuluttajien välille, mikä auttaa luomaan kiertotalouden uusia liiketoimintamalleja.

### Materiaalivirrat kiertävät ja muuttavat muotoaan

Kiertotaloudessa materiaalit eivät päädy jätteiksi ja sivuvirroiksi. Sen sijaan ne kiertävät eri toimitusketjuissa ja niiden välillä - usein myös muotoaan muuttaen. Avainasemassa ovat uudet teknologiset ratkaisut, joiden avulla jäte- ja sivuvirroista saadaan uusia raaka-aineita tehokkaasti ja ympäristökuormaa lisäämättä. Kiertotaloudessa korostuu tehokas materiaalivirtojen hallitseminen, johon liittyvät materiaalivirtojen tarkka seuranta, jäljitettävyyden ja uudenlaiset logistiikkaratkaisut, mikä luo uusia liiketoimintamahdollisuuksia alan yrityksille ja uusia palveluja kuluttajille. Myös yhteiskunnan ylläpitämisen infrastruktuurin ja julkisten palvelujen toteuttaminen kiertotalouden mukaisilla toimintamalleilla mahdollistaa yrityksille uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Näihin lukeutuvat uudet materiaali- ja energiatehokkaat ratkaisut mm. liikenneinfran, julkisten rakennusten, jätehuollon ja vesihuollon rakentamisessa, tuotannossa, käytössä ja ylläpidossa.

Logistiikan merkitys kasvaa, kun yritykset ja kuluttajat siirtyvät omistamisesta palvelujen käyttäjiksi. Kuinka saan varaamani auton, höyrypesurin tai verhot itselleni vaivattomasti ja edullisesti ja kuinka palautan ne? Toimitusketjujen hallinta taloudellisesti ja ekologisesti on toimivan kiertotalouden perusedellytys.

## Kuluttajien tarpeisiin kokonaisvaltaisia ratkaisuja

Kukaan meistä ei varmasti halua kotiinsa huonosti toimivia kodinkoneita tai heikkolaatuisia tekstiilejä. Monet meistä arvostaisivat sitä, että liikkumisen palvelut saisi helposti ovelta ovelle yhdellä maksulla ja lipulla. Olisi myös kätevää, jos ruuan syömäkelpoisuuden voisi todeta kätevästi ja näin välttyä turhalta hävikiltä.

Näihin kaikkiin tarpeisiin on olemassa tai kehitteillä ratkaisuja, jotka tukevat sekä kiertotaloutta että tuovat kuluttajalle lisäarvoa. Jakamistalouden palvelujen kautta kuluttajille on jo syntynyt kiinnostavia ja arkea helpottavia palveluja ja uusia syntyy jatkuvasti.

Meillä on kuluttajina suuri mahdollisuus vaikuttaa valinnoillamme ja viesteillämme siihen, millaisia palveluja ja tuotteita syntyy. Kiertotalous on kuluttajille ennennäkemätön mahdollisuus; kyse ei ole siitä, että vaaditaan tyytymään vähempään, vaan siitä, että tarjolla on fiksumpia ratkaisuja erilaisiin tarpeisiin.

---

## Pilotit ovat oppimisen välineitä ja ajattelumuutoksen ajureita.

---

Siirtyminen omistamisesta käyttöoikeuden ostajaksi vaatii ajattelun ja toimintamallien muutosta. Siksi on tärkeää, että kuluttajat ja käyttäjät otetaan aktiivisesti mukaan palvelujen suunnitteluun, toteutukseen ja pilotointiin. Kiertotalouden liiketoimintamallien kehittämisessä kokeilukulttuurin edistäminen on avainasemassa. Kokeiluilla ja laajemmilla piloteilla voidaan testata ketterästi uusia liiketoimintamalleja ja teknologioita ja saada konkreettisia tuloksia. Esimerkkinä tästä ovat yritysten ja organisaatioiden järjestämät hackathonit ideoiden kehittämiseen. Yritysten prosessi- ja tuotekehitystoimintaa varten tarvitaan myös konkreettisia kokeilualustoja, jollaisista hyvä esimerkki on VTT:n Bioruukki, jossa kehitetään biomassan sekä sivu- ja jätevirtojen prosessointia nopeuttamaan biotalouden innovaatioiden kaupallistamista.

Lisäksi kokeiluissa varmistetaan uusien toimintamallien ja teknologioiden kestävä kehityksen mukaisuus. Uusi resursseja säästävä ratkaisu ei välttämättä vähennä ympäristökuormitusta, sillä samanaikaisesti saattaa syntyä tarve esimerkiksi lisääntyneelle energian käytölle, pitemmille kuljetusmatkoille tai vaikka uusille kemikaaleille. Ympäristövaikutuksia arvioidaan yhdessä taloudellisten ja sosiaalisten vaikutusten kanssa muun muassa tähän tarkoitukseen kehitetyillä elinkaariajatteluun perustuvilla menetelmillä, kuten elinkaariarvioinnilla tai hiili- ja vesijalanjäljellä. Näiden avulla voidaan laskea kiertotalousratkaisun kokonaisvaikutuksia.

## Jätteet uuteen käyttöön, sivuvirrat uusiksi tuotteiksi

Kiertotaloudessa hylätyt tavarat ja materiaalit eli jätteet palautetaan käytön jälkeen takaisin kiertoon ja niille annetaan teknologisten innovaatioiden kautta uusi elämä: ehkä ihan uudessa muodossa. Myös tuotantoketjuista ja -kierroista syntyvät sivuvirrat ja hävikit jalostetaan uusiksi korkea-arvoisiksi tuotteiksi. Resurssitehokkuus ja resurssien riittävyys ovatkin kiertotalouden keskeisiä tekijöitä, kun eri osien optimoinnista siirrytään kokonaisvaltaisiin, elinkaaren huomioon ottaviin toimintamalleihin. Uusiokäytön edellytyksiä ovat sopivat liiketoimintamallit, jätteiden ja sivuvirtojen tuotteistaminen sekä markkinoiden luominen.

## Kiertotalous lähtee suunnittelusta

Kiertotalous edellyttää, että tuotteet ja palvelut suunnitellaan käyttäjälähtöisesti raaka-aineista palvelukonseptiin ja käytöstä poistoon asti. Tuotteen tai palvelun käyttöön liittyvää resurssien kulutusta vähennetään energiatehokkain ratkaisuin ja hyödyntämisastetta nostamalla. Tuotteiden pitää mahdollistaa myös arvon mahdollisimman pitkä säilyminen korjaamisen, päivittämisen, uudelleenkäytön sekä uudelleenvalmistuksen kautta. Elinkaarensa päätteeksi tuote kierrätetään mahdollisimman tehokkaasti ja turvallisesti. Konsepti kuormittaa kokonaisuudessaan mahdollisimman vähän ympäristöä.

Data-analytiikka, simulointi ja mallinnus luovat uusia mahdollisuuksia muun muassa koko ketjun optimointiin, monitorointiin ja ennakoiwaan huoltoon sekä käyttäjien tarpeiden ja hyväksynnän arviointiin. Perinteiset toimintamallit voidaan näin haastaa palvelujen käyttäjien paremmalla ja ennakoivalla ymmärtämisellä.

## Kiertotalous on suuria liiketoimintamahdollisuuksia sisältävä hiomaton timantti.

Matkalla kiertotalouteen tarvitaan monenlaista ja -tasoista muutosta. Esittämässämme ratkaisuihin korostuvat eri tavoin tarpeet teknologiseen ja liiketoiminnalliseen kehitykseen, yhteiskunnalliseen ja ajattelutapojen muutokseen sekä yhteistyön lisäämiseen.





## Case 1: Työvälineiden vuokraus ja arkea helpottavat palvelut kuluttajille 24/7

Kaapeissamme on työvälineitä, joita käytämme harvoin. Ne vievät kodin arvokasta säilytystilaa, vaativat huoltoa, eivätkä aina vastaa laatutoiveitamme. Näihin sekä muihin arjen haasteisiin vastaa Liiteri.net-pilotti, joka tarjoaa laadukkaampia työ- ja siivousvälineitä ilman huoltotarvetta, riskiä virheostoksesta tai rikkoutumisesta, Laitteet on noudettavissa 24/7 Liiteri-palvelupisteestä Helsingin Teurastamolta tai tilattavissa kotiin.

Liiteri-pilotin kautta saadaan konkreettista tietoa kuluttajien käyttäytymisestä, palvelun hyväksyttävyydestä ja kiinnostavuudesta. Pilotissa haetaan ratkaisuja myös siihen, miten ja millaisia laajempia ratkaisuja kuluttajille voisi tarjota remontointiin ja rakentamiseen tai yleisemminkin arjen tarpeisiin liittyen.



Materiaaliresursseja säästyy vuokrausmallissa aina: mahdollisesti kolmasosa tai puolet tai jopa enemmän noutotavasta ja -etäisyydestä riippuen. Mitä tehokkaammaksi logistiikkaketju vuokrauspalvelun ja kuluttajan välille saadaan, sitä merkittävämmät säästöt ovat. Näiden säästöjen lisäksi siirtyminen työvälineiden vuokraukseen toisi myös positiivisia talous- ja työllisyysvaikutuksia palvelualan kasvun kautta. Autoja ostetaan noin 2,5 miljardilla eurolla ja muita kestokulutushyödykkeitä yli miljardilla vuodessa. Näistä suuri osa on tuontia. Jos näistä menoista osakin siirtyy palveluliiketoimintaan, sillä on merkittävä työllistävä vaikutus Suomessa.

*Kiertotalous-Liiterin toteuttaa IT-startup CoReorient yhteistyössä VTT:n koordinoiman AARRE-hankkeen kanssa, jossa ovat mukana SYKE ja Helsingin yliopisto. Mukana ovat myös K-rauta, Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY, Teknologiateollisuus ry, SER-kierrätys, Espoon kaupunki sekä Purjebägit Oy, Kierrätysverkko Oy, Metrosuutarit.fi, Pyörähuoltoovelle.fi ja Kauppa-halli24.fi.*

## Case 2. Leipäketjun hävikistä proteiinia yli sadalle tuhannelle suomalaiselle

Kaikki tunnemme kotimaisen viljan ja siitä valmistetun leivän laadun ja terveellisyyden. Tätä arvokasta raaka-ainetta, väli- ja lopputuotteita häviää leipäketjun eri osissa, painottuen kulutukseen, lähes 30 miljoonaa kiloa vuosittain. Samalla hukataan arvokasta kasviproteiinia niin paljon, että se riittäisi tyydyttämään keskikokoisen kaupungin asukkaiden proteiinitarpeen vuoden joka ikisenä päivänä.

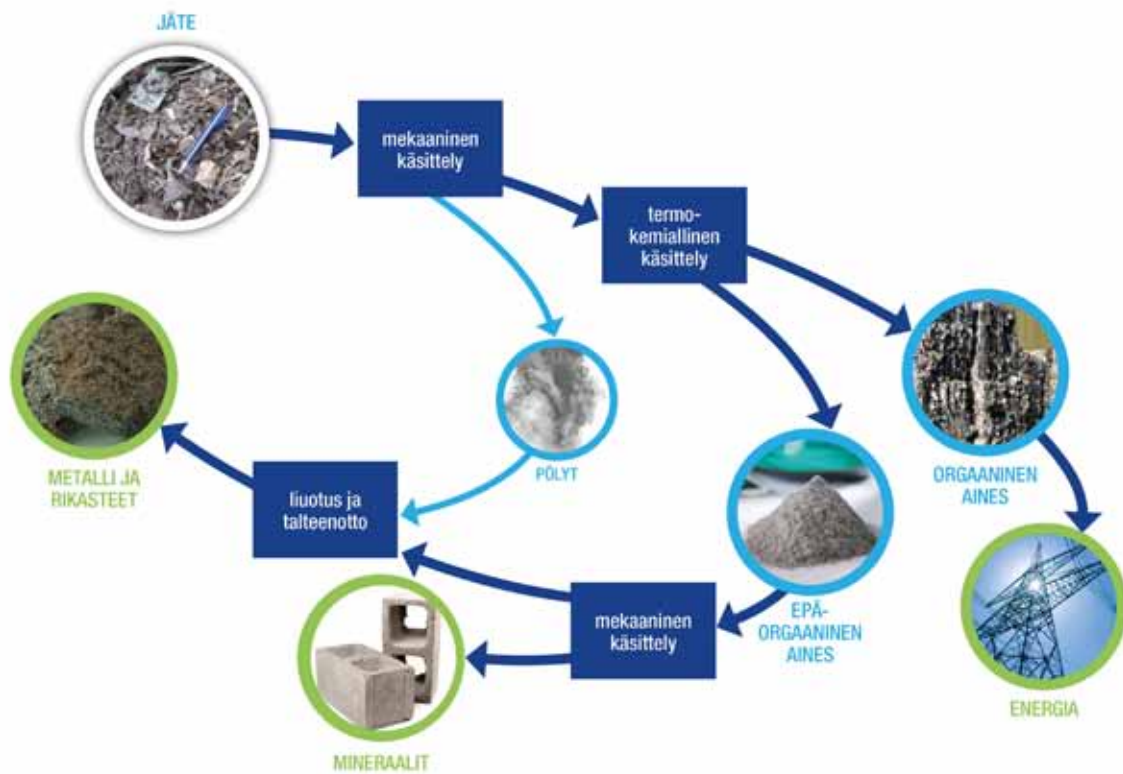
Samalla kun viljaa ja viljatuotteita leipä mukaan luettuna hukkuu 150 miljoonaa kiloa tuotannossa, teollisuudessa, kaupassa ja erityisesti kotitalouksissa, tuodaan Suomeen soijaa 200 miljoonaa kiloa. Se käytetään valtaosin rehuksi. Voisimmeko ajatella korvaavamme tuodun rehusoijan talteen otetulla vilja- ja leipäketjun hävikillä? Se loisi uutta liiketoimintaa ja lisäisi proteiiniomavaraisuutta. Jos hävikki saataisiin kierrätettyä ihmisravinnoksi, sen arvo nousisi kymmeneen miljooniin euroihin.



### Case 3. Kaikki irti jätteestä uudella kierrätys-konseptilla

Jätteestä on tullut hyödyke ja sillä käydään maailmanlaajuisia kauppaa. Jätteiden kierrätys- ja käsittelyketjuissa hävitetään edelleen paljon arvokkaita raaka-aineita ja jopa puolet ketjun materiaalivirroista voi ohjautua kaatopaikoille. Perinteiset mekaaniset kierrätysprosessit soveltuvat huonosti yhä monimutkaisemmiksi muuttuvien tuotteiden kierrätykseen. Jos jätteiden kierrätys- ja käsittelyketjuissa otetaan käyttöön yhdistelmätekniikoihin perustuvia kierrätyskonsepteja, materiaalihukka vähenee ja samalla päästään myös tiukkeneviin kierrätystavoitteisiin.

Esimerkiksi elektroniikan kierrätyksessä keskitytään pitkälti perus- ja jalometallien, kuten kullan talteenottoon, jolloin muut arvoaineet ja käsittelyketjun omatkin sivuvirrat jäävät hyödyntämättä. Uudella yhdistelmäteknologioilla hyödyntävällä sekä metallien että orgaanisen aineen talteenoton mahdollistavalla kierrätyskonseptilla voidaan metallipitoisten jätteidenkin kierrätysketjua sulkea ja materiaalien talteenottoa tehostaa. Näin korvataan, ei pelkästään neitseellisiä mineraaleja, mutta myös fossiilisia raaka-aineita.





## Case 4. Personoidut ja materiaalitehokkaat varaosat 3D-tulostuksella

Digitaalinen metallinen 3D-printattu varaosa- ja korjauspalvelu kuvaa murrosta suunnittelussa sekä korjaus- ja huoltotoiminnassa, jossa usein yksittäiskappaleita siirretään logistisesti pitkiä matkoja, pitkin odotusajoin tai vaihtoehtoisesti pidetään resursseja sitovia puskuvarastoja mahdollisesti tarvittavista osista. Tulostus on ainetta lisäävä valmistusmenetelmä, joka avaa suunnittelussa aivan uudet mahdollisuudet geometrioiden suunnitteluun, materiaalien valinnalle, tuotteen keventämiseen, uusiin tuotefunktioihin sekä uusia mahdollisuuksia myös korjaukseen ja käyttöön. Digitaalisesti lähetetty tuotetiedosto ja printtaaminen lähellä käyttäjää siirtää osan logistiikkaa digitaaliseen muotoon ja mahdollistaa helposti erilaiset sisäiset kanavat sekä tuotteen keventämisen. Esimerkiksi metallikappale, joka sisältää sisäisiä onkaloita tai kanavia, on tähän mennessä saatettu tehdä poraamalla kanavat jälkikäteen.

Suunnittelun uusien mahdollisuuksien lisäksi digitaalinen varaosa myydään tuotteen sijasta osin palveluna tarvitte paikallisia valmistusyksiköitä, mikä säilyttää valmistusosaamista hajautetummin käyttäjien lähellä. Murroksessa digitaalisuus, 3D-suunnitteluosaaminen, mahdollisuus uudenlaiseen räätälöintiin ja paikallinen valmistus korostuvat, lisäten samalla kiertotalouden periaatteiden mukaan korjattavien tuotteiden käyttövarmuutta, käyttöikää sekä päivitettävyyttä.

Mitä mahdollisuuksia tämä tarjoaa Suomelle? Voimme panostaa 3D-suunnitteluosaamiseemme, jolloin myös tuotteiden suojaaminen vaikeammin kopioitaviksi ja digitaalisuuden turvallisuus korostuvat. Toisaalta pystymme päivittämään paikallista metallituotevalmistustamme lisäävän valmistuksen suuntaan, kun tarvitsemme tuotteita Suomessa lähellä käyttäjiä.



## Case 5. Kulkuvälineet sinne, missä niitä kaivataan

Liikkumispalvelujen ja liikenteen automatisaation odotetaan tulevaisuudessa kasvattavan kulkuneuvojen käyttöastetta sekä edistävän useiden liikkumismuotojen yhdistelmien käyttöä, ja siten vähentävän liikkumiseen liittyvää resurssien kulutusta. Näiden uusien ratkaisujen positiiviset vaikutukset saavutetaan kuitenkin vain, jos ne kyetään muotoilemaan sellaisiksi, että niiden käyttäjämäärät kasvavat merkittäviksi.

Asiakaslähtöinen suunnittelu ja teknologiaosaaminen ovat avainasemassa, jotta ratkaisu on kilpailukykyinen sekä hinnaltaan että joustavuudeltaan verrattuna yksityisautolla liikkumiseen. Kun ihmisten liikkumista esimerkiksi kauppakeskuksissa ja vapaa-ajanviettopaikoissa havainnoidaan tunnistimilla ja lasketaan ennusteita kulkuvälineiden tarpeesta yhdistelemällä erilaisia tietoja, kuten sää, tapahtumat, liikennemäärät ja yhteiskäyttöisten kulkuneuvojen saatavuus, kyetään asiakkaille tarjoamaan sujuva siirtyminen paikasta toiseen ilman omaa autoa. Mahdollistavia teknologioita ihmisvirtojen havainnointiin ja robottiautojen hallitsemiseen ovat anturiteknologiat, kuten lidar-laitteet, tutka, konenäkö ja hyperspektrikuvantaminen.

Liikkumispalveluissa kussakin kulkuneuvossa matkustavien ihmisten määrän on arvioitu hieman kasvavan. Arviot autojen lukumäärän vähenemisestä erilaisten liikkumispalvelujen käyttäjien keskuudessa vaihtelevat suuresti: 5:stä 90 prosenttiin. Hyvin toimivat liikkumispalvelut myös siirtäisivät kulutusta tuontiautojen omistamisesta ja yksityisautoilusta kohti kotimaisia palveluja, millä on myönteisiä vaikutuksia Suomen työllisyyteen.



# Ryhdy hiomaan omaa timanttiasi, ja lähde VTT:n kanssa matkalle kohti kiertotaloutta!

## Yhteenveto

- Suomi siirtyy kohti kiertotaloutta uusien liiketoiminta- ja teknologiainnovaatioiden kautta.
- Kiertotalouden mahdollisuuksien hyödyntäminen vaatii yhteiskuntaa läpileikkaavan muutoksen sekä uudenlaista liiketoimintaosaamista, uusia teknologiaratkaisuja ja ajattelutapojen ja rakenteiden muuttumista.
- Kiertotaloudessa arvo luodaan ja jaetaan ekosysteemeissä. Ekosysteemeissä tarvitaan myös uusia yhteistyön toimintamalleja esimerkiksi tiedon jakamiseen ja hyödyntämiseen.
- Kiertotalouskonseptien ympäristövaikutukset on arvioitava ja optimoitava jo suunnitteluvaiheessa koko arvoketju huomioiden (elinkaariajattelu).
- Kiertotalouden myötä yhä suurempi osa Suomen BKT:sta tulee palveluista. Palveluliiketoiminta tuo työllisyyttä Suomeen. Kiertotalous luo kysyntää täysin uusille palveluille, esimerkiksi tuotteiden ja materiaalien keräämiselle ja logistiikalle, tuotteiden jälkimarkkinoille sekä käyttäjiä ja palvelun tarjoajia yhdistäville alustoille.
- Digitalisaation myötä tiedon määrä kasvaa edelleen: Se, jolla on tietoa, hyötyy oman liiketoiminnan kehittämisessä sekä voi löytää uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Lohkoketjuteknologia avaa uusia liiketoimintamahdollisuuksia.
- Kiertotalous on kuluttajille ennennäkemätön mahdollisuus: kyse ei ole siitä, että vaaditaan tyytymään vähempään vaan siitä, että tarjotaan fiksumpia ratkaisuja erilaisiin tarpeisiin.
- Pilotit ovat keskeisiä oppimisen välineitä ja ajattelumuutoksen ajureita siirryttäessä kiertotalouteen.
- Ruokahävikin pienentäminen mahdollistuu alkutuotannon, elintarviketeollisuuden, kaupan ja kulutuksen uusilla toimintatavoilla ja teknologioilla. Ne parantavat materiaalitehokkuutta ja avaavat kotimaiselle teollisuudelle liiketoimintamahdollisuuksia.
- Yhä useampiin tuotteisiin voidaan liittää elektroniikkaa. Se luo aivan uusia mahdollisuuksia materiaali-  
virtojen seurantaan ja optimointiin. Toisaalta uudenlaiset elektroniikkatuotteet on huomioitava myös kierrätysprosessissa, mikä lisää tarvetta uusille yhdistelmätekniikoille ja avaa uusia liiketoimintamahdollisuuksia.
- 3D-tulostus mahdollistaa uuden, materiaalien kulutusta vähentävän liiketoiminnan syntyminen koneiden ja laitteiden osien tuotantoon. Samalla syntyy myös uudenlaista metallien jalostusta Suomeen.
- Resurssitehokkuutta ihmisten liikkumisessa ja logistiikassa voidaan parantaa suunnittelemalla palveluja, jotka perustuvat kuluttajien arjen ymmärtämiseen ja jotka hyödyntävät kehittyvää teknologiaa.



## Kirjoittajat

Maria Antikainen, kauppat.toht, fil.toht. dosentti, erikoistutkija, kiertotalouden käyttäjälähtöiset liiketoimintamallit  
Maija Federley, dipl.ins, erikoistutkija, digitaalinen muutos ja käyttäjien osallistaminen  
Juha Honkatukia, kauppat.toht., dosentti, johtava erikoistutkija, talouden mallintaminen ja politiikan vaikutusarviointi  
Päivi Kivikytö-Reponen, tekn.toht., erikoistutkija, Mineraalitalous-ohjelman vetäjä  
Johanna Kohl, valt.tri, dosentti, tutkimustiimin vetäjä, tulevaisuuden ennakointi ja sosiotekninen muutos  
Jutta Laine-Ylijoki, dipl.ins., erikoistutkija, jätehuolto ja kierrätys  
Raija Lantto, fil.toht., johtava tutkija, biomateriaalien ja sivuvirtojen jatkojalostus kiertotaloudessa  
Anu Seisto, tekn.toht., tutkimustiimin vetäjä, digitaalinen transformaatio  
Tiina Pajula, dipl.ins, johtava tutkija, kestävän kehityksen arviointi

Kiitokset yli 30 VTT:n eri alueiden asiantuntijalle, jotka ovat eri vaiheissa työtä olleet tuottamassa tietoa, kommentoimassa ja kehittämässä samalla myös eteenpäin VTT:n tulevaisuuden monitieteistä ja moniteknologista kiertotalouden muutosvoimaa. Kiitokset vielä erityisesti Anne-Christine Ritschkoffille, Tiina Nakari-Setälälle, Erja Turuselle ja Anu Kaukovirta-Norjalle.

## Yhteydenotot

Maria Antikainen, erikoistutkija  
Puh. 040 5124260, maria.antikainen@vtt.fi

Anne-Christine Ritschkoff, tieteellinen johtaja  
Puh. 040 5149893, anne-christine.ritschkoff@vtt.fi

## VTT lyhyesti

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy on Pohjoismaiden johtava tutkimus- ja teknologiayhtiö. Tuotamme tutkimuksen ja tiedon kautta asiantuntijapalveluja kotimaisille ja kansainvälisille asiakkaillemme ja kumppaneillemme, liike-elämälle ja julkiselle sektorille. Käytämme 4 miljoonaa tuntia vuodessa aivovoimaa teknologisten edistysaskelten kehittämiseen.

---

### TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT OY

Vuorimiehentie 3, Espoo  
PL 1000, 02044 VTT  
Puh. 020 722 111  
www.vtt.fi

