

# PUHDAS JA TERVEELLINEN ELINYMPÄRISTÖ

## **Sisällys**

Maankäytön monimuotoisuutta tukevat ratkaisut ja innovaatiot.....	2
Ilmastoviisas, älykäs maatalous.....	3
Terveellinen, turvallinen ruokaketju.....	6
Uusiutuvat energiamuodot.....	8
Joustavat energijärjestelmät ja varastointi.....	10
Ydinvoimaturvallisuus ja ydinjätehuolto.....	16
Puhdas ilmanlaatu.....	19
Puhtaan veden tuotanto.....	22
Jätevesien puhdistus ja hyödyntäminen.....	24
Luonnonvarojen ja materiaalien täyskierto.....	26
Kestävä jätteenkäsittely.....	28
Mineraalitalous.....	29
Metsätalouden uusiutuminen.....	32

# Maankäytön monimuotoisuutta tukevat ratkaisut ja innovaatiot

## Yleiskuvaus

Kasvumahdollisuutena on parempi suunnittelu, joka mahdollistaa alueen kehittämisen niin että huomioidaan ympäristön ja terveyden suojelukysymykset, vesihuollon ratkaisut sekä viihtyisän, terveellisen ja turvallisen aluekehityksen vaateet. Globaalisti viljelymaan käytön suuntaaminen niin, että saadaan tuotettua riittävästi mutta myös ympäristön kannalta kestävästi ruokaa kasvavalle väestölle.

**Keihäänkärkinä ja ratkaisuina** voidaan mainita esim.

- Viljelymaan kestäväää käyttöä tukevat ratkaisut mm. ympäristöä säästävä ja ilmastonmuutosta hillitsevä lannoitteiden tuotanto ja käyttö
- Kiertoviljely (viljelykierto)
- Vedenkäyttöön liittyvät tekniset ja innovatiiviset ratkaisut
- Vedenkierrätys ja kasteluveden optimointi
- Eläintuotannon ja kasvituotannon välinen suhteen optimointi

**Kysyntää ohjaavat** ainakin seuraavat **globaalit muutosvoimat ja haasteet**:

- Ilmastonmuutos ja ilmanlaatu
- Viljelymaan köyhtyminen, makean veden riittävyys
- Kaupungistuminen on globaali ilmiö, joka vaikuttaa maankäyttöön. Esim. mikä osa käytetään ruoantuotantoon ja mikä väestön asuttamiseen yhdyskuntarakentamiseen.
- Globaalit haasteet: puute viljelymaasta, vesihuollon toimivuus

## Markkinapotentiaali

Yhdyskuntasuunnittelun periaatteita ja vuoropuhelua yhteisössä tulisi kehittää. Maankäytön suunnittelun tulisi olla eri intressiryhmät huomioivaa ja siinä tulisi huomioida mm. terveellisyys, turvallisuus, liikenne, ruuantuotanto sekä viihtyisyys.

Markkinoilla on maailmanlaajuinen tarve maankäytön monimuotoisuutta edistävälle ratkaisuille. Kyseessä on osittain vasta muotoutuva markkina ja yhteiskunnallinen valmius on hiljalleen heräämässä. Markkinoilla on tarve siirtyä pois öljypohjaisista teollisista lannoitteista. Lisäksi vedenkäyttöön liittyvät ratkaisut ovat globaalisti entistä tärkeämpiä, vaikka Suomessa ei olekaan vesipulaa. Erityisesti kehittyvillä alueilla vesitalous ja vedenkierrätys ovat entistä tärkeämpi myös ilmastonmuutokseen liittyen. Potentiaalisia kohdemarkkinoita voisi olla kehittyvissä maissa, joissa ihmisten tietoisuus mm. huonon ilmanlaadun terveysthaitoista on kasvanut, ja joissa asukkailla on mahdollisuus vaikuttaa asioihin mm. paikallisdemokratian kautta.

## Potentiaalisuus Suomelle

Suomen **kilpailukykytekijöitä** ovat mm:

- Vahvaa teknologista osaamista ja asiantuntijuutta aiheen eri osa-alueissa (kuten yhdyskuntasuunnittelu, maanviljelys ja ruoantuotanto)
- Osaajien yhteisfoorumeita tarvittaisiin, jotta eri alojen osaajat voivat ristipölyttyä ja luoda innovatiivisia ratkaisuja.
- Suomella ja suomalaisilla yrityksillä on hyvä ja luotettava maine. Yrityksillä on hyviä ideoita ja innovaatioita sekä vahvuuksia mm. vettä säästäviin viljelymenetelmiin. Yritystoiminta on näiltä osin lapsenkengissä.
- Suomessa on hyvä koulutusjärjestelmä ja alan tutkimusta. Kehitysyhteistyöhankkeissa mm. verkostoja on jo luotu, mutta varmasti lisäverkostoitumiselle olisi tarvetta.

Suomen kannalta **yhteiskunnallinen merkityksellisyys** muodostuu kaikista kestävyden osa-alueista.

## Taloudellinen kestävyys

- Mikäli kasvumahdollisuuden keihäänkärkenä / ratkaisuna luodaan teknologisia innovaatioita, kuten veden käyttöön liittyviä, niitä voidaan viedä maailmalle ja saada suoraa taloudellista hyötyä.

## Ekologinen kestävyys

- Mikäli kasvumahdollisuuden keihäänkärkenä / ratkaisuna korostuvat erilaiset ruoantuotantoon liittyvät ratkaisut kuten viljelykierrat, ympäristökestävät lannoiteratkaisut, vedenkiertojärjestelmät edistävät ne biodiversiteettiä, vähentävät vesistökuormitusta, hillitsevät ilmastomuutosta jne.

## Sosiaalista kestävyttä edistää se, että

- Maankäytön suunnittelussa otetaan huomioon erilaiset intressit ja asuinympäristön viihtyisyys sekä terveellisyys.
- Eriarvoisuuden vähentäminen; suunnittelussa pyrittävä ehkäisemään eri alueiden eriarvoistumista.

## Onnistumisen edellytykset ja aikajänne

Jotta kasvumahdollisuudesta syntyy merkittävää uutta liiketoimintaa, tarvitaan

- Yhteistyötä eri osa-alueiden asiantuntijoiden välillä
- Yhdistää aihepiirin asiantuntijat ja teknologisia ratkaisuja tuottavat saman pöydän ääreen.

Monet ratkaisut voivat olla melko nopeastikin toteutettavissa. Mikäli tekninen ratkaisu on jo olemassa (ja sille tarve / tilaus) ja löydetään sopivat yhteistyökumppanit läpimurto voisi olla muutaman vuoden sisällä mahdollista.

**Julkinen toimija voisi toimia** rahoittajana, verkostojen avaajana ja keskustelujen mahdollistajana ja auttaa sopivien kumppanien löytämisessä.

## Ristikkäisvaikutukset

- Ilmastoviisas, älykäs maatalous
- Terveellinen, turvallinen ruokaketju
- Puhtaan veden tuotanto
- Jätevesien puhdistus ja hyödyntäminen
- Luonnonvarojen ja materiaalien täyskierto
- Huoltovarmuus
- Mahdollistavien teknologioiden uudenlaiset soveltamistavat

## Ilmastoviisas, älykäs maatalous

### Yleiskuvaus

Ilmastomuutos ja luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen vaativat uudenlaisia ja tehokkaampia tapoja tuottaa ruokaa. Maatalouden tulee sopeutua ilmastomuutokseen. Yhteiskuntien tahtotilana on lisätä ruoantuotannon resilienssiä.

**Keihäänkärkinä ja ratkaisuina** voidaan mainita esim.

- Älykkäiden paikannus- ja kaukokartoitusteknologian hyödyntäminen
- Automaation lisääminen alkutuotannossa kasvuolojen monitorointiin ja ohjaukseen
  - esim. lannoitteiden käytön ja kastelun optimointiratkaisut
  - autonomisten maatalouskoneiden toiminnan ohjaus

- Kasvijalostusratkaisut ja uudet lajikkeet
- Ratkaisut, joilla saadaan kierrätettyä mineraaleja ja materiaaleja mahdollisimman paljon (rehut, lannoitteet ja uudet materiaalit)
- Muut hiilineutraaliutta tai vähähiilisyttä korostavat tekniikat ja käytännöt

Kysyntää ajavia **globaaleja muutosvoimia ja haasteita** ovat mm.:

- Väestönkasvu ja mahdolliset muuttoliikkeet
- Ruoan riittävyys tulevaisuudessa ja mahdolliset kriisiajat
- Ilmastoahdistus ja ruokavaliomuutokset
- Ilmastonmuutos ja luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen
- Kasvinjalostuksen haasteet, pohjoiseen sopivia lajikkeita tarvitaan lisää

## Markkinapotentiaali

Ilmastonmuutoksen tuomat haasteet ja globaalin ruokaturvan ratkaiseminen luovat kysyntää lannoitteille, laitteille sekä energia- ja resurssitehokkaille tuotantoratkaisuille. **Markkinoilla on tarve:**

- Tuotannon tehostamiselle ja kilpailukyvyyn lisäämiselle
- Luoda ihmisille turvallinen ja terveellinen elinympäristö sekä nauttia puhdasta ja turvallista ruokaa
- Tuottaa puhdasta ja ilmastoviisasta ruokaa, rehua ja energiaa entistä kestävämmiin

Markkinat ovat globaalit, sillä tarvetta kestäville ja tehokkaammille tuotantotavoille on kaikkialla. Suurin markkinapotentiaali on länsimaissa sekä Aasian ja Afrikan maissa, joissa ruokaturva ja saasteet aiheuttavat ongelmia. Näissä maissa on valtava tarve kestäville tuotannon menetelmille.

Myös markkinoiden tahtotila on puheissa suuri kestäville ratkaisuille, kunhan ne voidaan toteuttaa taloudellisesti järkevästi. Ympäristön merkitys on suurempi maissa, joiden elintaso on korkea tai nousemassa. Erityisen suurta potentiaalia on teknologian hyödyntämisessä ja viennissä sekä maatalous- ja luonnontuotteiden jalosteissa.

## Potentiaalisuus Suomelle

Suomen **kilpailukykytekijöitä** ovat mm:

- Paikkatieto- ja kaukokartoitusalan osaamista (piensatelliitit, satelliittikuvien tulkinta, lähikaukokartoitus, spektrometria), cleantech-osaamista. Erityisosaamista löytyy kaiken kokoisista yrityksistä. Autonomian ja drone-tekniikan osalta melko vapaata toimia.
- Perus tietotaitotaso (koulutus) on hyvä
- Hallitaan uusi teknologia kohtalaisesti ja sitä on saatavilla
- Osaamispotentiaalini laajentaminen, esim. maitoyritykset jalostavat myös kauratuotteita-joustavuus
- Luonnonvarat ja tuotantoympäristö on puhtas ja ympäristöstä huolehtimiseen on kiinnitetty huomiota sekä tuotantoketjussa että politiikassa.
- Toiminta ympäristö on kohtalaisen vakaa.
- Innovaatiomyönteinen ilmapiiri ja individualistinen yhteiskunta tukee ja mahdollistaa rohkeita kokeiluja ja yrittämistä
- Tutkimusrahoitus kannustaa innovaatioihin ja kokeiluihin. Tutkimuslaitosten ja yritysten hankeyhteistyötä on tehty paljon (esim. Business Finland)

Suomen kannalta **yhteiskunnallinen merkityksellisyys** muodostuu seuraavista kestävyiden osa-alueesta.

## Taloudellinen kestävyys

- Vientiteollisuuden kasvu kasvattaa tuottavuutta ja työllisyyttä
- Lisääntyneet verotulot lisäävät julkisen talouden kestävyyttä

- Ilmastoviisaat ratkaisut ovat resilienttejä, jolloin tuotannon vaihtelu ja taloudelliset riskit vähenevät.
- Toimintaympäristön ja viranomaisten luotettavuus vähentää vaihdantakustannuksia.

### Ekologinen kestävyys

- "vähemmällä enemmän" teknologia voi pienentää hiilijalanjälkeä
- Täsmäratkaisut (esim. täsmälannoitus, viljelykierto) voivat turvata monimuotoisuutta ja pienentää vesistöjen kuormitusta.
- Kuluttajien valinnoissa ympäristöasiat ovat nousemassa ja tämä kasvumahdollisuus vastaa kuluttajien odotuksiin.

### Sosiaalinen kestävyys

- Puhdas, vähähiilinen ruokatuotanto edistää hyvinvointia ja lisää ihmisten elinympäristön turvallisuutta ja viihtyisyyttä.
- Tekniikat voivat tasoittaa eriarvoisuutta. Eri alueilla täsmäratkaisut voivat mahdollistaa paikalliset olot ja mahdollisuudet huomioivan, entistä tuottavamman toiminnan. Täsmätuotanto voi mahdollistaa lähiruoan ja paikallisten, lyhyiden tuotantoketjujen kasvun.
- Tehokkaampi ruoantuotanto tarkoittaa myös edullisempaa ruokaa ihmisille.

### Onnistumisen edellytykset ja aikajänne

Jotta kasvumahdollisuudesta syntyy merkittävää uutta liiketoimintaa, tarvitaan

- Tuotteistamista ja uuden teknologian käyttöönottoa, sekä hyödyistä viestimistä kuluttajille ja asiakkaille, jotka eivät välttämättä tunne juuri lainkaan ruoantuotantoa/tuotantoketjuja.
- Sovelluksia, joilla esim. kaukokartoitus saadaan mahdollisimman hyvin päivittäiseen käyttöön yrityksissä.
- Yrittäjien rohkeutta ja heille osoitettua neuvontaa ja tukea markkinoiden laajentamiseen.

Suurimmat riskit liittyvät globaalien markkinoiden vaihteluihin ja muutoksiin turvallisuusoloissa.

Kasvumahdollisuuden hyödyntämisen läpimurto vie noin 3 - 6 vuotta. Ajoitus riippuu teknologian ja markkinoiden kysynnän kehittymisestä sekä globaalin ohjauksen suunnasta. Hinta voi muodostua esteeksi ja viivästyttää potentiaalisen kehitystä. Taloudellisuus ratkaisee uusien sovellusten käyttöönoton.

**Julkisen toimijan roolina** on tukea yrittäjiä. Julkisen toimijan tulee antaa matalan kynnyksen tukea pienten maatalousyritysten tarpeisiin, tuotekehitykseen ja markkinointiin. Julkisia toimia tarvitaan myös uusien ratkaisujen, yritteliäisyyden ja riskinottamisen lisäämiseksi. Lisäksi koulutustasoa tulisi kehittää uusien teknologioiden osalta.

### Ristikkäisvaikutukset

Ilmastoviisaalla ja älykkäällä maataloudella on ristikkäisvaikutuksia ainakin seuraaviin kasvumahdollisuuksiin:

- Maankäytön monimuotoisuutta tukevat ratkaisut ja innovaatiot
- Terveellinen, turvallinen ruokaketju
- Luonnonvarojen ja materiaalien täyskierto
- Huoltovarmuus
- Uusiutuvat energiamuodot
- Data- ja alustatalouden uudet toimintamuodot
- Mahdollistavien teknologioiden uudenlaiset soveltamistavat
- Elämyksellisyyttä vahvistavat liiketoimintamallit
- Tulevaisuuden johtamismallit ja käyttäjälähtöiset toimintatavat

# Terveellinen, turvallinen ruokaketju

## Yleiskuvaus

Ruokajärjestelmä on monestakin syystä murroksessa.

**Keihäänkärkinä ja ratkaisuina** voidaan mainita esim.

- Kestävän ruoantuotannon edistäminen
- Uusien kestävien ruoantuotantoteknologioiden kehittäminen
- Läpinäkyvän ruoantuotannon edistäminen ja datan hyödyntäminen turvallisessa ruoantuotannossa kansainvälisen kilpailukyvyyn edistämiseksi
- Ruoan terveysvaikutusten ja ympäristövaikutusten huomioiminen tuotekehityksessä
- Luonnontuotteiden (esim. marjojen) jalostaminen ja vienti ulkomaille

Kysyntää ajavia **globaaleja muutosvoimia ja haasteita** ovat mm.:

- Ruoan tuotannon kestävyys takaaminen muuttuvassa ympäristössä ja maailmassa
  - Ympäristön muutos
  - Väestönkasvu ja kaupungistuminen
  - Kuluttajakäyttäytymisen muutos (kiinnostus ruoan alkuperään, turvallisuuteen, terveellisyyteen ja ympäristövaikutuksiin)
- Resilienssin parantaminen

## Markkinapotentiaali

Suomen on mahdollista hyödyntää terveellisen ja turvallisen ruoantuotannon globaaleja kasvamahdollisuuksia tiukalla segmentoinnilla, erikoistumisella ja mm. verkkokaupan kautta.

Terveys, turvallisuus ja kestävä kehitys ovat kohtuu isoja trendejä maailmanlaajuisesti. Tämä näkyy myös suurten toimijoiden liikkeissä. Suuret globaalit toimijat ostavat omistukseensa start-up toimijoita ja lähiruoan tuottajia vastatakseen paremmin muuttuvaan kulutuskysyntään.

Verkkokauppa luo mahdollisuuden pienemmillekin toimijoille tehdä kansainvälistä kauppaa elintarvikkeilla ja juomilla. Suomessa verkkokaupan osaaminen on toistaiseksi alhaisella tasolla, mutta työtä tehdään koko ajan, jotta tämä mahdollisuus voidaan hyödyntää.

Markkinoilla kasvavat myös erilaisten tuotesegmenttien tarve, ja suuremmilla markkinoilla tarjontaa voidaan kohdistaa kuluttajille hyvin segmentoidusti ja jopa personoidusti. Verkkokauppa tarjoaa tähänkin hyviä mahdollisuuksia. Yritysten yhteistyötä tulisi entistä enemmän tukea ja kehittää, jotta voimme toimia valituilla kohdemarkkinoilla.

Kohdemarkkinat ovat globaalit, mutta ruokaketjun terveys ja turvallisuus kiinnostanee enemmän kohtuullisen vauraita markkina-alueita.

- Erityisesti Eurooppa, Aasia ja Venäjä tarjoavat suuria mahdollisuuksia, joihin Suomen tulisi keskittyä.
- USA tarjoaa hyviä mahdollisuuksia hyvin tarkkaan harkituille erikoistuotteille.
- Lisäksi ruokaan liittyvän teknologian vienti täydentää Suomen kilpailukykyä.

## Potentiaalisuus Suomelle

Suomen **kilpailukykytekijöitä** ovat mm:

- Korkeatasoinen tutkimus- ja osaamis pohja
- Vahva uusien teknologioiden ja muiden uusien ideoiden kehittämisessä (start-up yritysten lisäksi myös suuret ja keskisuuret yritykset aktiivisia)
- Suomella on erittäin korkeatasoinen ruokaturvallisuus ja valvonta, joka yhdessä vähäisten eläintautien ja esim. antibioottien vähäisen käytön kautta luo pohjaa uusille tuoteinnovaatioille.

- Myös Suomen luonnonvarat tarjoavat kasvumahdollisuuksia

Eri tutkimusalueiden yhteistyötä tulee tiivistää ja (kaupallisen) toiminnan kehittämiseen tulee kohdentaa yhä enemmän rahoitusta. Kaupallisten markkina-analyyysien tulee nivoutua kiinteästi kehitystoimintaan: mille markkinoille tuote kehitetään ja mille kohderyhmille.

Tuotekehityksen ja innovaatiotyön painopisteen tulisi siirtyä kansainvälisten markkinoiden ja kuluttajien tarpeista lähteväksi. Tällä hetkellä tuotteita kehitetään pääsääntöisesti kotimaanmarkkinoilla ja samoja tuotteita pyritään viemään kansainvälisille markkinoille.

Suomen kannalta **yhteiskunnallinen merkityksellisyys** muodostuu seuraavista kestävyden osa-alueesta.

### **Ekologinen kestävyys** pitää ottaa huomioon kaikessa toiminnassa

- Tuotekehityksessä tulee huomioida sekä terveys- että ekologisuusnäkökulmat
- Kehittyvä maatalous (ympäristönäkökulmien huomioiminen innovaatiotyössä mm. vähäinen raskasmetallijäämä) edistää Suomen ekologisen kestävyden tavoitteiden saavuttamista
- Parantaa maatalouden taloudellista tuottavuutta ja maaseudun elinvoimaa.
- Riskinä on, että vientiin suuntautuvan ruoantuotannon merkittävä lisääntyminen Suomessa kasvattaa maatalouden ympäristövaikutuksia Suomessa ja luo painetta kasvattaa maatalousmaan alaa. Olisikin tärkeää, että vienti kohdistuisi kestäväällä tavalla tuotettuihin elintarvikkeisiin.

### Ensisijaisesti voimme kehittää **taloudellista kestävyttämme**

- Jos saadaan tuotteita kansainvälisille markkinoille, siitä syntyy ilman muuta taloudellista hyötyä sekä yksilölle että verotulojen muodossa. Tuotanto työllistää, ainakin pitäisi. Voi johtaa elinkeinoelämän rakenteen muutokseen, koulutuksen muutokseen myös?
- Elintarvikealan laajempi kansainvälistyminen ja kohdemarkkinoiden mahdollisuuksien hyödyntäminen tuovat Suomeen niin vientituloja, työllisyyttä, markkinaymmärrystä kuin kansainvälisen kaupan osaamistakin.
- Pidemmällä aikavälillä tämä uudistaa yrityksiämme, nostaa niiden kansainvälistä kilpailukykyä, kuin uudistaa koko elinkeinoelämäämme ja sen rakennetta ja ihmisten hyvinvointia.

### **Onnistumisen edellytykset ja aikajänne**

Jotta kasvumahdollisuudesta syntyy merkittävää uutta liiketoimintaa, tarvitaan

- Voimavarojen keskittämistä ja osaajien yhteistyötä
- Kansainvälistä osaamista yritysten hallitukseen, johtoryhmiin sekä operatiivisiin henkilöihin. Tuotteiden kehittämisessä tulee huomioida entistä paremmin ymmärrystä kohdemarkkinoiden tarpeista ja kulttuurista
- Enemmän kunnianhimoa (suurempia projekteja)

Monille tuotteille tausta on jo olemassa ja kunnossa, mutta kaupallistaminen puuttuu. Tarvitaan erilaisia toimijia eri aikajänneillä (esim. tutkimukseen keskittyminen, viennin edistäminen, jne). Odotettu läpimurron ajoitus 5+v.

### Julkisen toimijan potentiaalinen rooli mahdollistajana/ nopeuttajana

- Tarjota apua verkostojen luomisessa
- Tarjota riittävä ja pitkäjänteinen rahoitus
- Edistää asiantuntijoiden roolia päätöksenteossa
- Edistää tutkimustoiminnan tiiviimpää kytkeytymistä kaupalliseen toimintaan (eri markkinoiden mahdollisuuksia hyödyntävään liiketoiminnan kehitykseen)

Riskinä on liiallinen keskittyminen kotimarkkinoihin (ml. markkinainvestoinnit). Fokus tulisi olla markkinoiden laajentamisessa.

## **Ristikkäisvaikutukset**

- Maankäytön monimuotoisuutta tukevat ratkaisut ja innovaatiot
- Ilmastoviisas, älykäs maatalous
- Virtuaalisen ja fyysisen toimintaympäristön yhteen tuovat tuote- ja palveluinnovaatiot
- Huoltovarmuus
- Puhtaan veden tuotanto
- Metsätalouden uusiutuminen
- Data- ja alustatalouden uudet toimintamuodot
- Tulevaisuuden johtamismallit ja käyttäjälähtöiset toimintatavat
- Mahdollistavien teknologioiden uudenlaiset soveltamistavat
- Elämyksellisyyttä vahvistavat liiketoimintamallit
- Tulevaisuuden logistiikka
- Yksilöiden ja yhteisöjen kokonaisvaltaista hyvinvointia edistävät palvelut ja ratkaisut
- Uusiutuvat energiamuodot

## **Uusiutuvat energiamuodot**

### **Yleiskuvaus**

Green Deal ja YK:n kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttaminen edellyttää massiivista uusiutuvan (sähkö)energian tuotannon ja käytön lisäämistä. Tämä liittyy globaaliin haasteeseen ilmastomuutoksen ehkäisystä ja CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämisestä. Suomella on erittäin hyvät mahdollisuudet Green Electrification -alueen johtavaksi toimijaksi. Pääomia hakeutuu kestävän kehityksen mukaisiin kohteisiin, esim. Norjan öljyrahasto on muuttanut sijoituspolitiikkansa ja ei enää investoi hiileen. Koronakriisin taloudellisen elvytyksen massiiviset tukipaketit voivat edelleen kiihdyttää tätä kehitystä.

Kasvumahdollisuudessa hyödynnetään suomalaisten yritysten ratkaisuja uusiutuvien energialähteiden edistämiseksi. Keihäänkärkinä/ratkaisuina voidaan mainita esim.

- Bioenergia
- Leijukerroskattilat
- Lajitellun yhdyskuntajätteen kaasutus
- Kiertotalousratkaisut
- Kaukolämpöverkot
- Yhdistetty sähkön ja lämmön/ jäähdytyksen tuotanto
- Sähkön pientuotanto, kysyntäjoustopot, energian varastointi ja energiayhteisöt

### **Markkinapotentiaali**

Kestävän kehityksen vaatimat uusiutuvan energian energiajärjestelmät ja energiatehokkuuden kehittäminen on globaali markkinatarve. Uusiutuvat energiamuodot mahdollistavat energiankulutuksen kasvun ympäristöystävällisesti.

Markkina on olemassa oleva markkina, esimerkiksi valtaosa kaikesta uudesta sähköntuotantokapasiteetista on jo tänään uusiutuvaa. Markkinat jakautuvat maantieteellisesti siten, että bioenergian osalta metsäiset maat ovat etusijalla. Aurinkoenergian osalta eteläiset maat ja tuulienergian osalta rannikot ja tuuliset merialueet.

Teknologia on jo kypsää pääosin, mutta kehityspotentiaalia on esimerkiksi biomassan kaasutusteknologiassa ja erilaisissa Power-to-X teknologiassa. Markkinoiden kiinnostus kasvaa sitä



mukaa, kun ilmastonmuutoksen torjunta etenee. Tämän lisäksi päästötavoitteiden saavuttaminen edellyttää olemassa olevan infrastruktuurin kattavaa päivittämistä hiilineutraaliksi. Markkina on jo vahvassa kasvussa ja potentiaali kasvaa kiihtyvällä vauhdilla.

Sähkön käyttäjät ovat yhä enemmän osallistumassa sähkömarkkinoille paitsi kuluttajina, myös pientuottajina. Tulevaisuudessa he voivat tarjota markkinoille pientuotantoa, esimerkiksi aurinkosähköä, sähkön kysyntäjoustoa, energian varastointia, esimerkiksi sähköauton akkuihin, sekä yhdistää kiinteistöautomaation ja sähköauton latausjärjestelmän energiapalvelujen hankintaan. Tätä varten voi kehittyä energiapalveluyrityksiä, jotka eivät itse omista voimalaitoksia eivätkä sähköverkkoja vaan toiminta perustuu aggregoituihin energiapalveluihin, joissa tuhansien asiakkaiden uusiutuvilla energialähteillä tapahtuva pientuotanto ja kysyntäjoukset voidaan hyödyntää sähköjärjestelmän tasapainon säilyttämiseksi.

## Potentiaalisuus Suomelle

Suomella on kaikki edellytykset olla uusiutuvan energian alueella teknologian ja tämän alueen alustaekosysteemien suurvalta.

Suomen **kilpailukykytekijöitä** ovat mm:

- Meillä on erittäin vahvaa sähkötekniikan, energiakonversioiden ja koneenrakennuksen osaamista, biojalostustekninen osaamisemme on maailman kärkeä, ja maastamme löytyy niin teknologian tutkimusta, maailman johtavia teknologiayrityksiä kuin energia-alan kärkitoimijoita.
- Pohjan energiamaarkkina mahdollistaa älykkäiden kokonaisjärjestelmien kokeilut markkinamittakaavassa.
- Sähkömarkkinalainsäädäntöä ollaan uudistamassa siten, että energiapalveluyritysten, aggregaattoreiden ja energiayhteisöjen liiketoiminnalle luodaan selkeät pelisäännöt.
- Suomen vahvuutena on pitkä perinne kaukolämmön tuotannossa, puuenergian käytössä, leijukerroskattiloissa ja sähköteknillisessä teollisuudessa.
- Suurten veturiyritysten kuten ABB, Wärtsilä, Konecranes, Valmet, Neste ja Fortum lisäksi Suomessa on vahva PK-sektori erityyppisillä erityyppisillä.
- Suomessa on vahvaa konepajatekniikan osaamista, joita voidaan hyödyntää rakennettaessa kansainvälisiä arvoketjuja. Tutkimuslaitoksista VTT:llä on vahvaa energiatekniikan osaamista samoin kuin useilla teknillisillä yliopistoilla.

**Yhteiskunnallinen merkitys** syntyy erityisesti kilpailukykyisestä vientiteollisuudesta, joka työllistää ja jonka tuomilla verotuloilla rahoitetaan hyvinvointiyhteiskunnan palvelut. Ekologinen kestävyys vahvistuu vähähiilisen energiateknologian käyttöönoton myötä ja fossiilisten polttoaineiden korvaamisen myötä. Sosiaalinen kestävyys syntyy työpaikkojen luomisessa samoin kuin korkeatasoisen osaamisen myötä sekä ammatillisesti että tutkimus- ja kehitystyön kautta.

Green Electrification ja uudet Power-to-X -teknologiat muodostavat pohjan kestäväälle kehitykselle ilmastonmuutoksen ehkäisemiseksi. Suomella on kaikki edellytykset näiden alueiden johtavaksi toimijaksi maailmassa, jonka tuloksena teknologiavientimme kasvaa merkittävästi ja nämä alueet luovat Suomeen korkean jalostusarvon työpaikkoja.

Kestävä kehitys on myös sosiaalisesti kannatettavaa: uusiutuvan energian hyödyntäminen vähentää ilmastonsaasteita ja niistä johtuvia terveyshaittoja. Uusiutuvat energiamuodot ovat avainasemassa vaikuttaessa ilmastonmuutokseen ja terveydelle haitallisiin päästöihin maailmanlaajuisesti.

## Onnistumisen edellytykset ja aikajänne

Kasvumahdollisuuksien hyödyntämiseksi tarvitaan yritysten, tutkimuskeskusten ja korkeakoulujen välistä yhteistyötä.

Aikajänne on kypsän energiateknologian osalta lyhyt. Siksi on keskityttävä yritysveitoisesti vahvojen osaamisalojen verkostoihin, joiden avulla lähestytään markkinoita. Meidän pitää tunnistaa kasvumahdollisuuden elementit ja niihin liittyvät tavoitteet, ja määritellä läpimurtoon tarvittavat

toimenpiteet konkreettisesti yleisluontoisten kuvausten sijaan. Tämän jälkeen koko kentän toimenpiteiden tulisi suuntautua tuon yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi.

Onnistuminen vaatii merkittäviä kasvuhakuisia tutkimus-, tuotekehitys ja markkinointi-investointeja. Vahvalla osaamis pohjalla ja hyödyntämällä jo olemassa olevia markkina-asemia hyödyntäviä veturiyritysten ekosysteemejä pyrimme nopeaan kansainväliseen skaalaukseen.

Julkinen sektori fasilitoi kehitystä esimerkiksi kohdennetulla tutkimusrahoituksella ja kokeilut mahdollistavalla lainsäädännöllä, mahdollistaa uudet pilotit referenssien aikaansaamiseksi veturiyritysten johdolla, ja avustaa esim. EU-rahoituksen instrumenttien hyödyntämiseksi.

## **Ristikkäisvaikutukset**

Uusiutuvat energiamuodot linkittyvät suoraan energijärjestelmään ja ilmanlaatuun. Merkittäviä ristikkäisvaikutuksia myös mm. täyskiertoon ja data- ja alustatalouteen.

- Joustavat energijärjestelmät ja varastointi
- Puhdas ilmanlaatu
- Luonnonvarojen ja materiaalien täyskierto
- Data- ja alustatalouden uudet toimintamuodot
- Mahdollistavien teknologioiden uudenlaiset soveltamistavat
- Huoltovarmuus
- Rakennettu ympäristö
- Kestävä ja älykäs liikkuminen

## **Joustavat energijärjestelmät ja varastointi**

### **Yleiskuvas**

Energiasektori on suuressa murroksessa globaalisti. Kasvumahdollisuus liittyy oleellisesti ilmastomuutoksen hillintään, päästötavoitteisiin ja uusiutuvan energian osuuden kasvattamiseen. Uusiutuvan energian osuus energijärjestelmässä tulee kasvamaan merkittävästi ja joustolla ja varastoinnilla on keskeinen rooli tämän muutoksen mahdollistamisessa.

**Jouston ja varastoinnin merkitys** on tärkeä erityisesti kolmesta näkökulmasta:

1. Uusiutuva energia on nopeasti vaihtelevaa, sääriippuvaista ja vaikeasti ennustettavaa. Samalla se on heikosti säädettävissä, lähinnä tuotantotehoa rajaamalla mikä ei ole tavoiteltavaa. Edelleen kilpailukykyinen uusiutuva energia ajaa markkinoilta pois paremmin säädettävissä olevaa tuotantokapasiteettia. Järjestelmän joustot ja varastointi ovat keskeisessä roolissa tarjoamassa tulevaisuuden säätökapasiteettia.
2. Uusiutuva energia on luonteeltaan hajautetumpaa ja se sijoittuu järjestelmän eri tasoille. Varsinkin järjestelmän alemmat tasoja ei ole suunniteltu tuotantokäyttöön, ja niillä esiintyy paikallisia ongelmia uusiutuvan energian myötä. Jousto ja varastointi osaltaan helpottaa uusiutuvan energian järjestelmäintegraatiota.
3. Päästötavoitteet johtavat myös laajaan yhteiskunnan sähköistymiseen, mm. liikenteen, lämmityksen ja teollisuuden alueilla. Kokonaisvaikutus tulee olemaan suuri ja asettaa uusia haasteita sähköjärjestelmälle. Erityisesti paikallisia tai alueellisia haasteita voidaan ratkoa joustavuuden ja varastoinnin keinoin.

Kansainvälisen ilmastopaneelin arvion mukaan kahden asteen alapuolella pysyminen vaatii, että vuonna 2050 globaalit päästöt olisivat 40–70 % pienemmät kuin vuonna 2010. 1,5 asteessa pysyminen kiristäisi tavoitetta vielä tästäkin ja päästöjen tulisi olla vuonna 2050 jopa 95 % pienemmät. Sopimus tarjoaa kuitenkin yksityiselle sektorille kaivattua ennustettavuutta ja selkeyttä. Hiilineutraali talous on nousemassa ja investointeja ja sijoituksia on kannattavaa tehdä. Pariisin

ilmastosopimus voi antaa pohjaa nykyisten kansallisten ja alueellisten päästökauppajärjestelmien yhdistämiselle.

Sääriippuvan uusiutuvan energiantuotannon (aurinko ja tuuli) merkittävä kasvu vaatii joustavaa ja älykästä energiajärjestelmää, jotta sähkön ja lämmön/kylmän saanti voidaan turvata kaikissa olosuhteissa. Ohjaamaton tuotanto aiheuttaa haasteita myös sähkön markkinahinnan kehitykselle ja tehotasapainon hallinta vaikeutuu ohjaamattoman tuotannon vaihdellessa voimakkaasti.

Toimintavarma, kilpailukykyinen ja kestävä kehitystä palveleva järjestelmä voidaan kuitenkin saavuttaa teknologian kehittämisen kautta, mikä edellyttää sekä primääriverkon teknologian kehitystä että digitaalisten ratkaisujen hyödyntämistä. Joustavan järjestelmän pilotoinnit kotimaassa luovat edellytyksiä suomalaisen teknologiateollisuuden kilpailukyvyn paranemiselle.

Energian, niin sähkön kuin lämmönkin varastointi tulee merkittäväksi myös Suomessa, jossa erityisesti aurinkoenergiaa ei ole mahdollista hyödyntää kuin osan aikaa vuodesta ja tuulivoimaakin on rajallisesti tarjolla. Toisaalta kesäkaudella on sekä tuuli- että aurinkoenergiaa tarjolla paljon kulutusta enemmän, jolloin sen varastointi on järkevää.

Tulevaisuuden energiajärjestelmä on joustava, älykäs ja sisältää myös merkittävää varastointikapasiteettia. Energiantuotannon ohjauksen lisäksi energian kulutusta voidaan ohjata ja sovittaa yhteen kulloisenkin tuotantotilanteen mukaan. Digitalisaatio ja AI auttavat tehostamaan energian käyttöä kaikilla sektoreilla niin rakennuksissa, liikenteessä kuin teollisuudessa.

Myös lämmön varastointi ja uudet hybridivarastot (sähkö/lämpö) sekä näiden integraatio teollisuusprosesseihin tai voimalaitoksiin on kiinnostava uusi alue.

Joustoa tullaan jatkossa keräämään eri alueilta ja sektori-integraation rooli tässä tulee olemaan keskeinen. Esimerkiksi liikenteen ja rakennusten energiankäytön joustavuus tulee hyödyntää. Suomessa erityisesti teollisuuden prosessien joustavuus on alue, joka tulisi laajasti selvittää ja josta on odotettavissa merkittäviä vaikutuksia.

Pienempiä joustoelementtejä kootaan yhteen aggregaattori-toiminnan kautta. Markkinat tälle toiminnalle ovat jo olemassa ja kehittyvät vauhdilla. Uusia liiketoimintamalleja tulee kehittää niin että yhä pienempiä resursseja voidaan kerätä yhteen. Esimerkkinä VTT on kehittänyt subaggregaattorimallia, jossa eri toimijoiden joustoja kerätään yhteen rajapintojen kautta.

**Keihäänkärkinä ja ratkaisuin** voidaan mainita esim.

- Sektori-integraatio
- Älyverkkotekniikat
- Teollisuuden joustavuus
- Aggregaattori-liiketoiminta
- P2X-teknologiat

Kysyntää ajavia **globaaleja muutosvoimia ja haasteita** ovat mm.:

- Ilmastonmuutos, päästövähennykset, hiilineutraali talous
- Yhteiskunnan resilienssi
- Uusiutuvan energian laajamittainen hyödyntäminen

## **Markkinapotentiaali**

Kasvumahdollisuus ratkaisee useita globaaleja markkinatarpeita. Edellä kuvattu tarve uusiutuvan energiajärjestelmän mahdollistamiseen on ilmeinen. Lisäksi paikallisten ratkaisujen (mikroverkot, energiayhteisöt) toteutuksessa tällä mahdollisuudella on suuri merkitys. Erityisesti liikenteen sähköistyminen johtaa suureen tarpeeseen varastoinnin alueella.

Kohdemarkkinat ovat lähtökohtaisesti globaalit. Tarpeet ovat hyvin samankaltaisia maailmanlaajuisesti perustuen ilmastotavoitteisiin. Tiettyjä niche-alueita on myös nähtävissä: mm.

lämmön jousto ja varastointi (esim. Kiina, Kanada) tai paikalliset mikroverkkoratkaisut (Intia, kehittyvät maat).

Markkina on olemassa oleva, mutta edelleen nopeasti kasvava markkina. Tahtotila ja kiinnostus ovat vahvoja. Uusia ratkaisuja otetaan lisääntyvässä määrin käyttöön. Yhteiskunnallisessa mielessä hitautta on edelleen investoinneissa ja niiden ympäristövaikutusten arvioinnissa/huomioimisessa. Potentiaali on suuri ja varmasti kasvaa jatkossa. Teknologiat sinänsä ovat hyvin skaalautuvia, mutta järjestelmätason ratkaisuissa skaalautuvuus on keskeinen kysymys. Vaikka perustarve on globaali, toimintaympäristöt ja regulaatiomallit vaihtelevat paljonkin, jolloin joustavien liiketoimintamallien kehityksen merkitys korostuu.

Alla on kuvattu tarkemmin joustavien energiajärjestelmien ja varastoinnin kohdemarkkinoita, potentiaalia ja niiden kehitykseen vaikuttavia tekijöitä.

### **Joustava energiajärjestelmä:**

Globaalin älykkään energian markkinan on ennustettu kasvavan lähes 15 % (CAGR) vuosittain. Globaalit investoinnit puhtaaseen energiaan ylsivät ennätyslukuihin vuonna 2015, jolloin ne olivat yhteensä 329 miljardia dollaria. Eniten investointeja tehtiin Kiinassa. Eurooppaa voidaan pitää edelläkävijänä älykkäiden energiaratkaisujen kehittämisessä, mutta suurimmat investoinnit tehdään kuitenkin Aasiassa. EU onkin asettanut tiukat tavoitteet hiilineutraaliuteen pääsyyllä ja on myös kanavoimassa merkittävää rahoitusta uuden teknologian kehittämiseksi. Vaikka lähes kaikki maat ovat asettaneet tavoitteita fossiilisten polttoaineiden vähentämiseksi, jonkinlainen epävarmuus, johtuen poliittisten päätösten heittelystä, markkinoilla edelleen esiintyy.

Globaalin älykkäiden sähköverkkojen markkinan arvioidaan kasvavan n. 5,3 % (CAGR) 66,8 miljardista dollarista vuonna 2015 144 miljardiin dollariin vuonna 2030 (CAGR).

Tärkeimmät kasvun kiihdyttäjät ovat hajautetun, uusiutuvan energian lisääntyminen, älykkäiden sähkömittareiden yleistymisen kotitalouksissa ja sitä kautta älyn ja ohjattavuuden paraneminen verkoissa. Digitalisaation myötä kehittyvä automaatio, ohjattavuus, kuluttajan mukaan tulo ja kysynnän joustotarpeet kiihdyttävät älykkään sähköverkon markkinoita 2020 jälkeen voimakkaasti.

Euroopan ennustetaan olevan nopeimmin kasvava alue, kasvuennuste on 7,6 % tästä hetkestä vuoteen 2030. Suomi on edelläkävijä kotitalouksissa jo toteutuneen älykkään sähkön mittauksen ansioista. Joustavan energiajärjestelmän toteutuminen ja kysynnän jouston mahdollistaminen tuovat Suomelle uutta kilpailukykyistä osaamista ja potentiaalia kasvavilla markkinoilla.

Älyratkaisut jakeluverkon hallinnassa (DGM) ovat olleet keskeiset markkinamahdollisuudet viime vuosina. Kysynnän joustoratkaisut ja kehittyneet siirtoteknologiat (ATT) tulevat kuitenkin dominoimaan markkinaa 2020 jälkeen. Eurooppa ja Kiina tulevat olemaan markkinavetureita tässä.

Dynaaminen energiajärjestelmä tarvitsee toimiakseen joustavaa tuotantoa ja energian varastointia. Sähköisen liikenteen merkittävä lisääntyminen tulee myös aiheuttamaan haastetta energiamarkkinassa. Kuluttajan rooli muuttuu merkittävästi ja tulevaisuudessa kuluttaja voi olla myös energiantuottaja ja varasto. Millaista uutta markkinaa ja liiketoimintamalleja tämän ympärille syntyy, tullaan näkemään jo lähivuosina.

### **Varastointi:**

Globaali energian varastointimarkkina on kasvanut eksponentiaalisesti viime vuosina ja kasvu jatkuu entistä voimakkaampana lähitulevaisuudessa. Vuonna 2013 asennettu varastointikapasiteetti oli vain 0,2 GW, kun se vuonna 2018 oli jo 3,1 GW. Samana vuonna asennettu verkkokapasiteetti oli 176 GW. Eniten varastointikapasiteettia on Etelä-Koreassa, Kiinassa, USA:ssa ja Saksassa.

Kehittyvä energian varastointitekniikka tarjoaa ratkaisuja moniin ohjaamattoman, sääriippuvan tuotannon aiheuttamiin ongelmiin. Pumppuvoimalaitokset ovat perinteistä tekniikkaa, mutta viime vuosina myös lämpövarastot ovat yleistyneet voimakkaasti. Sähköverkkojen näkökulmasta

lupaavimmalta näyttää akkuvarastoinnin tekninen ja kustannuskehitys. Odotettavissa on sähkön akkuvarastoinnin hinnan olennainen lasku ja akkujen yleistymisen esim. aurinkosähköjärjestelmien yhteyteen.

Jakeluverkkoon liitetyt energiavarastot ovat vielä melko harvinaisia, mutta tulevat lisääntymään tulevaisuudessa. Tilastot näyttävät jo, että sähköautojen akkujen hinnat ovat laskeneet 40 % vuodesta 2010. Mikäli energiavarastojen yksikköhinta kehittyy samalla polulla kuin tähän asti, ei mene montaa vuotta, kun taloudelliset perusteet energiavarastojen verkkoon kytkentään ovat olemassa useille eri toimijoille, kuten loppukäyttäjille, verkkoyhtiöille, sähkömyyjille tai joillekin muille markkinatoimijoille.

## **Potentiaalisuus Suomelle**

Suomi on edelläkävijä monissa älykkään sähköverkon teknologioissa. Myös kotitalouksen älykkäät sähkömittarit ovat Suomessa toteutettu ensimmäisinä. Joustavan energiajärjestelmän toteutuminen ja kysynnän jouston mahdollistaminen tuovat Suomelle uutta kilpailukykyistä osaamista ja potentiaalia kasvavilla markkinoilla.

Suomalaista sähköverkkoa on jo viime vuosina kehitetty älykkäämpään suuntaan. Näin on lisätty verkon toimintavarmuutta, parannettu vikojen paikallistettavuutta ja nopeutettu häiriöiden korjaamista. Energiayhtiöt ovat panostaneet etäluettaviin mittareihin ja sähkökulutuksen reaaliaikaiseen seurantaan. Kehitystä on vienyt eteenpäin myös uusi sähkömarkkinalaki, joka on kiristänyt sähköjakelun käyttövarmuusvaatimuksia huomattavasti aiempaan nähden.

Suomella on vielä etulyöntiasema älykkäissä sähkömittareissa ja älyverkoissa. Muualla vasta otetaan käyttöön ensimmäisiä älymittareita, mutta Suomessa kehitetään jo toisen sukupolven mittareita, jotka mahdollistavat integroinnin hallinta- ja ohjausjärjestelmiin. Kysyntäjousto vaatii nopeaa tiedonsiirtoa ja datan analysointia. Tällä sektorilla myös suomalaisilla pk-yrityksillä on globaaleille markkinoille kilpailukykyistä teknologiaa.

Tehoelektroniikka on suomalaista huippuosaamista. Tehoelektroniikkaa tulee myös jakeluverkkoihin ja niihin tulee älyä. Suomesta löytyy osaamista myös kokonaisjärjestelmätoimituksiin, mutta se vaatii ison toimijan, joka on kilpailukykyinen globaaleilla markkinoilla muiden isojen toimijoiden kanssa.

Älykkäät komponentit osana järjestelmää, digitalisaation tuomat mahdollisuudet ohjaukseen, automaatioon ja järjestelmän hallintaan ovat suomalaisten yritysten vahvuuksia kansainvälisillä vientimarkkinoilla. Merkittävin liiketoiminnan kasvu saadaankin aikaan uusia markkinoita luovien innovaatioiden avulla.

Datan digitalisoituminen mahdollistaa myös valtaviin datamääriin nopean analysoinnin, joka ei ole tässä mittakaavassa ollut aiemmin mahdollista. Myös tämä synnyttää uutta liiketoimintaa erityisesti palvelusektorille.

Virtualisoituminen puolestaan liittyy teknologiaan, joka mahdollistaa todellisuuden simuloinnin. Esimerkiksi Microsoft, Samsung, Facebook, Google ja Nokia ovat julkistaneet tuotteita, jotka mahdollistavat todellisuuden simuloinnin virtuaalisesti. Tulevaisuuden joustavassa energiajärjestelmässä virtuaalivoimalaitoksilla voi olla merkittävä rooli esim. hajautetun tuotannon, varastojen ja kulutuksen hallinnassa.

Suomen kannattaa ottaa aktiivinen rooli yhteisen eurooppalaisen energiajärjestelmän toteuttamisessa, jotta suomalaiset toimijat pystyvät hyödyntämään teknologista etumatkaansa tehokkaasti. Suomen tulisi myös voimakkaasti pyrkiä mukaan Euroopan uusiutuvan energian auringon ja tuulen isoihin investointihankkeisiin, koska näissä tarvitaan joustavaa energiajärjestelmää ja siihen liittyvää osaamista.

Suomen maaperästä löytyy useita arvokkaita akkuteknologiaan tarvittavia metalleja kuten kromi, nikkeli, litium ym. Suomessa tehdäänkin tällä hetkellä merkittävää tutkimus- ja kehitystyötä uusien

akkuteknologioiden kehittämiseksi. Suomeen on syntymässä merkittävä akkuekosysteemi, joka on tuonut myös ulkomaisia investointeja Suomeen. Tarve pitkäaikaisemmalle varastoinnille on kuitenkin koko ajan kasvamassa ja sillä alueella uusille teknologioille ja toimijoille on tilaa. Toinen merkittävä ekosysteemi Green E2 on juuri käynnistynyt ja siinä tutkitaan synteettisten polttoaineiden valmistusta power to X teknologioiden avulla ja toisaalta myös vihreän, elektrolyyttisesti valmistetun vedyn hyödyntämistä niin varastona, polttoaineena kuin teollisuuden raaka-aineena.

Tulevaisuuden joustava energijärjestelmä, jossa kuluttajalla on keskeinen, merkittävä rooli, synnyttää myös tarpeen erilaisille turvallisuusteknologioille. Kyberturvallisuuden merkitys korostuu ja se tuo myös uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Markkina on koko ajan muokkautumassa ja Suomen on hyvä luottaa vahvuuksiinsa eikä pyrkiä kilpailemaan halvan työvoiman maiden kanssa bulkkituotannosta. Suomen on hyvä myös panostaa kokonaisjärjestelmien toimittamiseen kykenevien yritysten tukemiseen.

Suomella on tiettyjä selviä **kilpailutekijöitä** tässä aihepiirissä:

- Energijärjestelmä ja -markkinat ovat vahvasti integroituneita ja avoimia muodostaen hyvän kehityskentän uusille ratkaisuille
- Suomessa on vahvaa osaamista sähkö/kaukolämpö -rajapinnassa, jota tulisi hyödyntää sektori-integraatio -mielessä ja joustojen kehittämisessä
- Suomessa on vahvaa osaamista digitalisaatiossa, joka on keskeinen mahdollistava tekijä niin varastoinnin kuin joustonkin järjestelmä- ja markkinaintegraatiossa
- Suomessa on keskeisiä toimijoita (mm. Wärtsilä, ABB, Ensto) jotka kykenevät myös laajempiin järjestelmätoimituksiin
- Suomessa on kykyä toimittaa laajoja järjestelmiä yhteistyönä eri toimijoiden kesken
- Suomessa on toimiva T&K -yhteistyö yritysten ja tutkimuslaitosten kesken, sekä uusia pilottiympäristöjä, joissa systeemiä ratkaisuja voidaan kehittää ja testata yhteistyössä

**Yritysten kilpailukykytekijöitä** ovat mm.:

- Erityisosaamiset Suomessa: älykkään sähköverkon ratkaisut, digitalisaatio/ICT, kaukolämpöratkaisut, energiaintensiivisen teollisuuden ratkaisut. Vahvuus erityisesti yhteistyö ja verkostomainen tekeminen.
- Yrityksistä löytyy suuria veturiyrityksiä (Wärtsilä, ABB, Ensto, Fortum, Siemens, jne.) jotka kykenevät suurtenkin kokonaisratkaisuiden toimittamiseen. Lisäksi löytyy kasvavia/keskisuuria yrityksiä jotka kehittävät erittäin innovatiivisia ratkaisuja (Merus Power, MSc Electronics, Parkkisähkö, Fourdeg, Nuuka, Convion jne jne) ja joilla on jo merkittäviä kansainvälisiä referenssejä. Näiden lisäksi on paljon start-up -kokoluokan yrityksiä erityisesti data-, analytiikka- ja AI-sektoreille. Kasvumahdollisuus kokoaa näitä yhteen varsinkin kun ajatellaan jouston ja varastoinnin hyödyntämistä laajamittaisesti niin energiamarkkinoilla kuin paikallisessa optimoinnissakin.

**Toimintaympäristön kilpailukykytekijöitä** ovat mm.:

- Suomen erityisvahvuuksia: avoin ja kehittyvä pohjoismainen energiamarkkinaympäristö, pitkälle viedyt älyratkaisut jo nykyisessä järjestelmässä (mm. verkostoautomaatio, älymittarit), vahva ja luotettava energiainfrastruktuuri, avoin keskustelu regulaation osalta.
- Arvonluontiverkostoja on ehkä eniten kehitetty kohdennetuilla maakohtaisilla aktiviteeteilla (esim. Kiina), mutta laajemmin Suomi-osaamisen kokoaminen on vielä kesken. Maakohtaisiin verkostoihin yritykset ovat osallistuneet vaihtelevasti omien intressiensä mukaisesti. Suomi on aktiivinen myös globaaleissa verkostoissa kuten CEM ja Mission Innovation, mutta näissä yritysten osallistaminen on toistaiseksi ollut melko vähäistä. Näiden parempi hyödyntäminen voisi auttaa yrityksiä eteenpäin. Suomi-tarjoaman kokoaminen laajoihin järjestelmätoimituksiin olisi hyödyllinen toimenpide jota voisi edistää esim. Mission Innovationin kautta.

- Suomen muita vahvuuksia ovat ehdottomasti vahva osaamis- ja tutkimuspohja, pitkät perinteet T&K -yhteistyössä yritysten ja tutkimuslaitosten kesken (PPP-mallit) ja uudet kansainvälistä näkyvyyttä saavuttaneet kokeilu- ja pilottiympäristöt (mm. Smart Otaniemi).

Suomen kannalta **yhteiskunnallinen merkityksellisyys** muodostuu kaikista kolmesta osa-alueesta.

### Taloudellinen kestävyys

Taloudellisen kestävyuden mielessä energiateknologian viennin merkitys Suomelle on jo nyt erittäin suuri. Jatkossa älykkäiden energiaratkaisujen kautta tämän viennin määrä tulee kasvamaan edelleen merkittävästi. Yhteiskunnallisten kustannusten mielessä on tärkeää, että hyödynnetään älykkyyttä energiainfrastruktuurin hallinnassa entistä enemmän. Tällä voidaan osaltaan välttää infrastruktuurin yli-investoinnit jatkossa. Tehokas ja luotettava energiainfrastruktuuri on myös oleellinen kilpailutekijä uusien toimijoiden kuten datakeskusten tai akkutehtaiden globaalissa sijoittumisessa.

### Ekologinen kestävyys

Ekologisessa mielessä merkittävyys on erittäin suuri etenkin ilmastonmuutoksen kannalta. Vientituotteiden lisäksi tässä teemassa kehitetään Suomen kansallista ratkaisua kunnianhimoisten ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi.

### Sosiaalinen kestävyys

Sosiaalisessa mielessä erityisesti energia-infran luotettavuus ja kustannustehokkuus on keskeistä, varsinkin haja-asutusalueilla jatkossa. Eriarvoisuuden vähentämisen kannalta on tärkeää kehittää erilaisia paikallisia ratkaisumalleja, joissa joustolla ja varastoinnilla on suuri rooli. Älykkään järjestelmän myötä myös yksittäisen asiakkaan ja eritasoisten energiayhteisöjen osallistaminen uusiutuvan energiajärjestelmän toteutukseen käy mahdolliseksi.

### Onnistumisen edellytykset ja aikajänne

Jotta kasvumahdollisuudesta syntyy merkittävää uutta liiketoimintaa, **tarvitaan**

- Panostusta koulutukseen, T&K&I-toimintaan ja erityisesti uuden teknologian pilotointiin ja testaamiseen Suomessa
- Laajaa yhteistyötä yli perinteisten toimialarajojen, suuria yrityksiä ja start-upeja yhdistäen
- Yhtenäisen Suomi-tuotteen tai tarjoaman muodostaminen järjestelmäratkaisuihin
- Käytännön pilotteja myös suuremmissa mittakaavassa, ja ensimmäisiin pilotteihin myös tukea niiden toteutukseen
- Suuren mittakaavan investointeja ja niitä tukevaa päätöksentekoa
- Selkeää ja ennustettavaa regulaatiota osaltaan tukemaan investointeja uusiin teknologioihin

**Onnistuminen on jopa todennäköistä**, kun:

- Saadaan toimijat toimimaan avoimesti yhdessä
- Muodostetaan selkeä Suomi-brändi
- Valitaan tietyt niche-alueet (tekniikka-/ratkaisumielessä enemmän kuin maakohtaisesti)

Markkina on jo olemassa ja se kasvaa koko ajan. Varsinaista piikkiä ennustetaan 2030 ja sen jälkeen useiden valtioiden ja EU:n asettamien tavoitteiden mukaisesti. Läpimurron ajoitus on oletettavasti n. 5 vuoden aikajänneellä, vaihdellen hieman sovellusalueen mukaan.

Älyverkkoratkaisuissa läpimurto voidaan saavuttaa paljon nopeamminkin, kun taas P2X -puolella se voi olla lähempänä 10 vuoden aikajännettä.

**Suurimmat riskit liittyvät** ehkä siihen, että kehitetään liian Suomi-spesifejä kokonaisratkaisuja ja toisaalta siihen, että ei onnistuta muodostamaan riittävän suurien kotimaan referenssejä (investoinnit

ja pilotit sekä niiden tukeminen). Suomessa toteutettuja pilotteja tulisi pyrkiä viestimään näkyvästi kansainvälisellä kentällä.

**Julkisen toimijan tulisi** olla osaltaan edistämässä pilotointia ja ensimmäisiä investointeja niin että ne ovat mahdollisia riittävän suuressa mittakaavassa. Uuden teknologian pilotointia ja demonstrointia nimenomaan Suomessa pitäisi tukea yrityksen koosta riippumatta. Tutkimus- ja kehitystyölle on kohtuullisesti tukea mutta investoinnit ovat haastavia. Lisäksi julkisen toimijan tulisi pyrkiä edistämään uusia ratkaisuja niin regulaation, lainsäädännön kuin julkisten hankintojenkin puitteissa. Näillä toimilla voidaan vauhdittaa kotimarkkinareferenssien muodostumista. Julkinen toimija on myös merkittävässä roolissa, kun houkutellessa ulkomaisia investointeja Suomeen.

## **Ristikkäisvaikutukset**

Kohtuuhintaisen sähkön ja lämmön luotettava saatavuus on oleellinen hyvinvointitekijä Suomen kaltaisessa kylmässä Pohjoismaassa. Järjestelmämurroksen toteuttaminen tavalla, jossa kuluttaja on osallinen ja kustannustaso pystytään hallitsemaan, vahvistaa yhteiskuntaamme ja parantaa edellytyksiämme kestäväan asumiseen ja elämään.

Joustava energiajärjestelmä on aivan olennainen tekijä myös liikenteen ja teollisuuden sähköistymisessä, samoin kaikessa asumisessa. Sektori-integrointi on välttämätöntä, ja tähän tarvitaan älykkäitä energiaratkaisuja.

Liikenteen sähköistyminen edellyttää joustavan ja älykkään energiajärjestelmän, jotta sähkö voidaan tuottaa puhtaasti ja sitä riittää kaikille oikea-aikaisesti. Akkujen kehitys tapahtuu ensisijaisesti liikenteen käyttöön, mutta kulkuneuvojen akut voivat toimia myös energiajärjestelmässä virtuaalisena akkana. Tämä edellyttää, että ajoneuvojen omistajat saadaan tällaiseen malliin mukaan.

Teollisuuden sähköistyminen tai teollisten prosessien muuttaminen siten, että vety toimii energianlähteenä, ovat merkittävä muutos siihen suuntaan, että Suomi saadaan muutettua ilmastoneutraaliksi. Molemmat edellyttävät merkittävää lisäystä hiilineutraaliin energiantuotantoon. Joissain skenaarioissa sähkön tarve kasvaisi jopa 6-7 -kertaiseksi, mikä tarkoittaa uudistuksia myös siirtovoimalinjoihin.

Tulevaisuudessa lämmityksessä on mahdollista hyödyntää entistä enemmän sähköön perustuvia ratkaisuja, kuten lämpöpumppuja ja sähkölämmitystä, mikä tarjoaa joustoa kokonaisenergiajärjestelmään.

- Rakennettu ympäristö
- Älykkäät ja kestävät liikennejärjestelmät sektori-integraation kautta
- Uusiutuvat energiamuodot
- Huoltovarmuus
- Mahdollistavien teknologioiden uudenlaiset soveltamistavat

## **Ydinvoimaturvallisuus ja ydinjätehuolto**

### **Yleiskuvaus**

Ydinenergia-alan osaamisen vienti muodostaa suomalaisille alan yrityksille kasvumahdollisuuksia, joissa **keihäänkärkinä ja ratkaisuina** voidaan mainita

- Osaaminen ydinvoimalaitosten modernisoinnissa, tehokorotuksissa, käyttöiän pidentämisessä ja turvallisuusjärjestelmien parantamisessa
- Lisäksi suomalaisilla yrityksillä on erityisosaamista ydinjätehuollossa, keski- ja matala-aktiivisten jätteiden käsittelyssä, nestemäisten matala- ja keskiaktiivisten jätteiden tilavuuden pienentämisessä sekä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa.



Kysyntää ohjaavat ainakin seuraavat **globaalit muutosvoimat ja haasteet**:

- Fossiilisia polttoaineita käyttäviä voimalaitoksia ollaan korvaamassa vähäpäästöisillä tuotantotavoilla ja ydinvoiman suosio on kasvussa.
- Maailmalla rakennetaan uusia ydinvoimaloita ja pidennetään olemassa olevien ydinvoimaloiden käyttöikä.
- Kasvumahdollisuus liittyy globaalin ilmastonmuutoksen

## Markkinapotentiaali

Globaaleja markkinatarpeita, joita kasvumahdollisuus erityisesti ratkaisee

- Ydinturvallisuuden parantamisesta sekä ydinjätehuollon osaamisesta.
- Suomalaisilla yrityksillä on lisäksi kokemusta ydinvoimalaitosten turvallisesta ja tehokkaasta käytöstä, jota osaamista tarvitaan erityisesti uusissa ydinvoimaa käyttävissä maissa.

Tällä hetkellä ydinvoimalaitoksia on toiminnassa noin 450 yksikköä 30 maassa. Kohdemarkkinat ovat maailmanlaajuiset. Uusien ydinvoimalaitosten rakentamisen painopiste on Aasiassa. Käytössä olevien laitosten modernisoinnin markkinat ovat Yhdysvalloissa ja Euroopassa, Ydinjätehuollon ratkaisuja tarvitaan kaikkialla.

Kyse on olemassa olevasta markkinasta, joka on kasvamassa vähäpäästöisten energiaratkaisujen tarpeen myötä. Ydinjätehuollon osalta markkina on uusi, koska monissa maissa ydinjätehuoltoon on tähän mennessä panostettu vain vähän.

Ydinvoimaloiden rakentamisessa suurin kiinnostus on Aasiassa ja Lähi-idässä. Näissä maissa yhteiskunnallinen valmius on hyvä. Ydinvoimaloiden modernisointiin ja käyttöiän pidentämiseen suhtaudutaan myönteisemmin kuin uusien ydinvoimalaitosten rakentamiseen. Ydinjätehuollossa ratkaisuja on löydettävä lähivuosina, vaikka joissain maissa kansalaiset suhtautuvat ydinjätteiden loppusijoittamiseen epäilevästi.

Kasvumahdollisuudet lisääntyvät lähitulevaisuudessa kaikkialla, koska fossiilisten polttoaineiden käyttöä on vähennettävä ilmastosyistä. Osaaminen on skaalattavissa, koska Suomessa on kokemuksia sekä painevesi- että kiehutusvesireaktoreiden tehonkorotuksista.

## Potentiaalisuus Suomelle

Suomessa on 40 vuoden kokemus ydinvoimalaitosten turvallisesta ja tehokkaasta käytöstä. Ydinjätehuollon osalta Suomi on ensimmäinen maa maailmassa, joka aloittaa korkea-aktiivisen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen.

Suomalaisten yritysten **kilpailukykytekijöitä** ovat mm:

- Suomalaisilla yrityksillä on vuosien kokemus ydinvoimalaitosten vuosihuoltojen täsmällisestä ja nopeasta suorittamisesta. Yritykset hallitsevat mittaukset, tarkastukset, huollot, korjaukset ja järjestelmämuutokset tehokkaasti ja turvallisesti.
- Lisäksi järjestelmämuutosten suunnitteluosaaminen ja ydinturvallisuusosaaminen ovat huippuluokkaa. Ydinjätehuollossa suomalaisten osaaminen on maailmanmitassa uraauurtavaa.
- Ydinenergia-alan osaamista on sekä suurissa että pienissä yrityksissä. Yritykset verkottuvat keskenään kunkin projektin toteuttamisen puitteissa, kuten vuosihuolloissa tai laitosten modernisointihankkeissa. Myös uusien ydinvoimalaitosten rakennushankkeissa suomalaiset yritykset voivat verkottua järjestelmätoimitusten yhteydessä kansainvälisten kumppanien kanssa.

Toimintaympäristön **kilpailukykytekijöitä** ovat mm:

- Suomalaisten yritysten erityisvahvuutena ovat vakuuttavat näytöt ydinvoiman turvallisesta ja tehokkaasta käytöstä 40 vuoden ajalta. Käyttökertoimet ovat Suomen neljässä ydinvoimalaitosyksikössä olleet jatkuvasti maailman parhaita ja laitokset ovat edelleen

uudenveroisessa kunnossa. Suomen ydinenergialainsäädäntö on yksi maailman tiukimmista ja se voi toimia mallina monelle uudelle ydinvoiman rakentamisesta harkitsevalle maalle.

- Arvonluontiverkostot syntyvät ydinvoimalaitosten rakentamis- ja modernisointihankkeiden ympärille sekä ydinjätehuollon hankkeisiin. Ydinturvallisuuden hankkeita Suomessa toteuttaa STUK International ja ydinjätehuollon hankkeita Posiva Consulting. Molemmat ovat hyvin verkostoituneita kansainvälisesti ja kotimaassa. Suurilla laite- ja järjestelmätoimittajilla, kuten ABB, Wärtsilä, Fortum ja Konecranes on valmiit kansainväliset verkostonsa.
- Suomen vahvuuksia ovat pitkäjänteinen työ ydinvoimalaitosten modernisoinnissa ja ydinjätehuollon toteuttamisessa. Lisäksi alan osaajat ovat maailman huippuluokkaa ja Suomen ydinenergialainsäädäntö vaativa mutta uusien ratkaisujen osalta kannustava. Viranomaisvalvonta on korkeatasoista ja tehokasta.

Suomen kannalta **yhteiskunnallinen merkityksellisyys** muodostuu seuraavista kestävyiden osa-alueesta.

### Taloudellinen kestävyys

- Yhteiskunnallinen merkityksellisyys muodostuu erityisesti työllisyydestä, vientieuroista, elinkeinorakenteen monipuolistumisesta. Merkityksellisiä ovat myös ydinenergia-alan korkeatasoisen osaamisen ja teknologian kehittäminen.

### Ekologinen kestävyys

- Ekologisesti tärkeää on ydinvoiman vähäpäästöisyys, jonka hyödyt ovat globaaleja. Hiilijalanjälki on pieni ja kädenjälki voi olla erittäin suuri varsinkin, jos hiilivoimaa ryhdytään laajamittaisesti korvaamaan ydinvoimalla.

### Sosiaalinen kestävyys

- Ydinvoimalla voidaan tuottaa suuria määriä sähköä vähäpäästöisesti ja edullisesti. Edullisuus mahdollistaa hyvinvoinnin kannalta tärkeän kohtuuhintaisen energian saannin yrityksille ja kotitalouksille. Vähäpäästöisyydellä on merkitystä terveyden kannalta korvattaessa päästöjä aiheuttavia voimalaitoksia ydinvoimalla.

### Onnistumisen edellytykset ja aikajänne

Jotta kasvumahdollisuudesta syntyy merkittävää uutta liiketoimintaa, **tarvitaan**

- Suomeen tarvitaan ydinenergia-alan vientiverkosto, jossa yritykset voivat muodostaa eri osaamisalueille räätälöitävissä olevia tarjoomakokonaisuuksia.
- Näitä voivat olla modernisointihankkeet, ydinjätteiden käsittelyjärjestelmät, ydinturvallisuusprojektit, säteilysuojelu sekä mittaus-, tarkastus- ja analyysipalvelut.

Riskit liittyvät yritysten valmiuteen muodostaa verkostoja. Tekninen osaamisen taso on maailman huippuluokkaa, mutta onnistuminen riippuu yritysten sitoutumisesta yhteismarkkinointiin.

Läpimurto voisi toteutua vaikka heti. Osaaminen on jo olemassa eikä ydinenergia-alan vientiverkoston käynnistäminen tarvitse uusia läpimurtoteknologioita.

**Julkisen toimijan roolina** on järjestää ja mahdollistaa foorumeita, joissa suomalaiset ydinenergia-alan yritykset voivat verkostoitua. Avainasemassa ovat VTT:n ja FinNuclearin kaltaiset toimijat, joille valtiovallan on tärkeää kanavoida riittävät resurssit verkostointityön toteuttamiseksi.

### Ristikkäisvaikutukset

Ristikkäisvaikutuksia onnistuneesta ydinenergia-alan vientiverkostosta syntyvät yleisen voimalaitostekniikan ja prosessiosaamisen kehittämiseen. Samoin analyysityökalujen kuten Apros kehittäminen parantaa analyysipalvelujen tarjonnan mahdollisuuksia ydinenergia-alan lisäksi myös öljynjalostuksessa ja petrokemian teollisuudessa. Ydinjätteiden loppusijoitushankkeet lisäävät myös kalliorakentamisen ja geotekniikan osaamista.

# Puhdas ilmanlaatu

## Yleiskuvaus

Puhdas ilma on olennainen osa ihmisten ja muiden eliöiden hyvinvointia. Ilmansuojelulla pyritään turvaamaan terveellinen ja viihtyisä elinympäristö ja säilyttämään luonnon toimintakyky.

Ilmansaasteet ovat terveys- ja ympäristöhaitta. Hiukkasilla, raskasmetalleilla ja kaasumaisilla ilman epäpuhtauksilla on haitallisia vaikutuksia ihmisten terveyteen. Keuhkorakkuloihin asti tunkeutuvat pienhiukkaset yhdistetään mm. keuhkosairauksiin ja monet PAH-aineet aiheuttavat syöpää. Lisäksi ilman epäpuhtaudet happamoittavat sekä vesistöjä että maaperää, rehevöittävät vesistöjä ja muodostavat haitallista alailmakehän otsonia. Ne myös aiheuttavat materiaalivahinkoja rakennetussa ympäristössä. (Ympäristöhallinto, 2019.)

Puhtaan ilmanlaadun **kasvumahdollisuuden keihäänkärkinä ja ratkaisuna** voidaan mainita esim. eritasoisten ja kattavien ilmanlaadun mittausjärjestelmien ja big datan datafuusio tuottamaan reaaliaikaisia palveluja yhteiskunnan eri tasoille (valtion ja paikallistason viranomaiset, yritykset, yksityishenkilöt).

Palvelut tuottavat palveluja erityisesti kaupunkiseuduilla mukaan lukien lähialueiden teollisuus- ja maatalousalueet. Tuotettavat palvelut auttavat mittaamaan ja ratkaisemaan ympäristötilaan liittyviä asioita, tehostamaan ja ohjaamaan teollisuusprosesseja, kiinteistötekniikkaa, infrastruktuureja sekä tuottamaan erityisesti suoria ja välillisiä terveyspalveluja. Esimerkkejä tuotettavista palveluista

- Puhtaan ilmanlaadun ratkaisut paikallistasolta globaaliin
- Palvelut voivat olla myös ennustavia järjestelmiä.
- Havainto-, mallinnus- ja informaatiojärjestelmät
- Kansainvälisiä vientihankkeita, joissa yhdistetään laaja-alaisesti suomalaista osaamista niin tutkimus- kuin yrityssektoreilta
- Päästöjen vähentämistoimien suunnitelmat ja toteutusteknologiat liikenteelle, teollisuudelle, energiantuotannolle
- Terveyspalvelut, jotka tukevat ja ovat osa point-of care tuotekonsepteja

Ilmanlaatua parantavat investoinnit saadaan näkyväksi kansanterveyden parantumisessa.

Kasvumahdollisuuden kysyntää **ajavat globaalit muutosvoimat ja haasteet:**

- Lisääntynyt ymmärrys huonon ilmanlaadun aiheuttamista terveysvaikutuksista, ja siten tarve ymmärtää paremmin paikallista ilmanlaatua parantavien toimenpiteiden tueksi
- Globaali kysyntä erityisesti terveyspalveluille
- Terveystuotojärjestelmien iso muutos (point of care)
- Lainsäädännön ja eritasoisten regulaatioiden muutokset
- Biodiversiteetin köyhtyminen
- Herääminen ilmastomuutokseen
  
- Kaupungistuminen ja väestön keskittyminen
- Sisäilmaongelmat
- Väestön ikääntyminen
- Sosiaali- ja terveysjärjestelmien murros
- Energiajärjestelmien hidas muutos uusiuviin tuotantomuotoihin
- Liikennejärjestelmien hidas muutos kestävämmäksi

## Markkinapotentiaali

Puhtaan ilmanlaadun kasvumahdollisuus vastaa kasvavaan markkinatarpeeseen ymmärtää paikallista ilmanlaatua sekä tehdä oikeita ja perusteltuja päätöksiä ilmanlaadun parantamiseksi. Markkinoilla on tarve paremmalle, tarkemmalle ja ajantasaisemmalle tiedolle terveyskysymyksiin

liittyen. Yrityksillä on myös tietotarpeita ympäristövaikutusten seurantaan ja hallintaan. Uudet palvelut luovat myös lisäkysyntää ja kasvattavat tietotarvetta, kun kansalaisten tietoisuus ympäristö- ja terveysvaikutuksista lisääntyy.

Markkinat ovat globaalit. Maailman kaupunkiväestöstä yli 80% altistuu ilmansaasteidelle, jotka ylittävät WHO:n suositusarvot. Yli 3,5 miljardia eli puolet maapallon väestöstä asuvat maissa, joissa keskimäärin altistutaan hiukkasten määrälle, joka ylittää WHO:n raja-arvot. (Hengitysliitto, 2020). Erityisen suurta potentiaalia on kehittyneissä maissa ja kasvavissa kaupungeissa (Eurooppa, Aasia), joissa on tarvetta entistä syvempään ymmärrykseen, uusien teknologioiden hyödyntämiseen ja tiedon jakamiseen. Lisäksi merkittävää potentiaalia on kehittyvissä maissa, joissa ilmanlaadun monitorointi on yhä hyvin rajattua. Kehittyvissä maissa on tilaa myös perusinfra ja järjestelmien kehittämisessä.

Markkinoiden kysynnän voi olettaa kasvavan ja teknisesti kehitetyt ratkaisut ovat skaalattavissa. Myös lisääntyvät ja tarkentuvat regulaatiot kehittyvissä maissa voivat lisätä markkinapotentiaalia entisestään. Voimakkain kasvu saavutetaan noin 5-10 vuoden päästä Euroopan ja Aasian tiettyjen maiden (kuten Japani, Kiina) väestön ikääntyessä.

## Potentiaalisuus Suomelle

Suomalaisilla toimijoilla on hyvät edellytykset tuottaa maailmanluokan ratkaisuja kyseiseen kasvumahdollisuuteen. **Toimintaympäristön kilpailukykytekijöitä** ovat mm:

- Suomella on erityisasema datan saannin suhteen (laajat avoimet datalähteet)
- Datan luotettavuus on ehdoton kilpailutekijä
- Arvonluontiverkostoja on olemassa, mutta erityisesti terveydenhuoltoon liittyvät puuttuvat
- Suomessa on hyvä testata ja skaalata järjestelmiä maailmanmarkkinoille
- Suomessa on lisäksi hyvin kehittynyt lainsäädäntö ilmanlaatualueilla

Suomessa on ilmanlaadun alueella erittäin kattava osaamisverkosto sekä yritys- että tutkimuspuolella. Suomalaiset tutkimuslaitokset ja yliopistot (esim. Ilmatieteenlaitos, Helsingin ja Tampereen Yliopistot) omaavat ainutlaatuisesti tunnustettua huipputason tutkimusta ja operatiivista osaamista, joka tukee yritysten osaamista. Tutkimusosaaminen voidaan yhdistää yritysten teknologiaosaamisen kanssa laajemmaksi kokonaisratkaisuksi vientiä varten.

Myös suomalainen yrityssektori on ainutlaatuinen. Suomesta löytyy maailmanjohtavia ympäristöalan ja ilmanlaadun alan yrityksiä (esim. Vaisala ja Dekati). Arvoketju on laaja ja osaamista on kaikenkokoisissa yrityksissä. Suomessa on muutama keskisuuri/suuri yritys, jotka voisivat ehkä toimia vetureina ja lisäksi on useita pieniä start-uppeja, jotka voivat tarvita veturiyritystä kasvun mahdollistajana. Isommilta yrityksiltä saadaan hyviä kansainvälisiä kontakteja ja kumppanuuksia.

**Yritysten kilpailukykytekijöitä** ovat mm.:

- Mittaustekniikka ja teknologin osaaminen havaintojärjestelmistä
- Pääsy laajoihin data-aineistoihin
- Data-analytiikka ja fuusio-osaaminen
- ICT-teknologia; 5/6G + Kehitystyö voidaan kytkeä uuteen Kajaanin LUMI supertietokoneeseen ja hajautettuihin laskentajärjestelmään
- Tekoäly ja koneoppiminen

Suomen kannalta **yhteiskunnallinen merkityksellisyys** koostuu kaikista kestävyysosa-alueista.

## Taloudellinen kestävyys

Taloudellinen merkitys ja kestävyys ovat suuria, sillä potentiaalisten vientihankkeiden koko voi olla merkittävä ja hankkeiden konsepti on skaalattavissa ja kopioitavissa. Viennin kasvu luonnollisesti lisää myös työllisyyttä ja parantaa talouden kestävyyttä.

Useimmat alalla toimivat yritykset ovat suomalaisia. Ilmanlaadun ratkaisut parantavat suoraan ympäristöä ja ihmisten terveyttä. Ilmanlaatu on suurimpia terveyshaittoja ja kuolleisuutta aiheuttavia ympäristöongelmia globaalisti.

### **Ekologinen kestävyys**

Ekologinen kestävyys on hyvin merkittävä, sillä mahdollisuus vastaa suuriin tätä käsittäviin ongelmiin: ilmanlaadun ongelmiin ja sitä kautta myös välillisesti ilmastonmuutokseen.

Puhtaan ilmanlaadun ratkaisut ovat usein samalla myös ilmastoratkaisuja, koska hiilidioksidipäästöt aiheutuvat samoista lähteistä. Ilmanlaadun paraneminen vähentää myös ilmaperäistä happamoittavaa ja rehevöittävää kuormaa vesistöihin.

### **Sosiaalinen kestävyys**

Vaikutus sosiaaliseen kestävyteen on myös suuri. Parempi ilmanlaatu tarkoittaa yleisesti parempaa terveyttä ja hyvinvointia. Tämä vähentää eriarvoisuutta ja heijastuu takaisin myös taloudelliseen kestävyteen pienentyneinä terveydenhoidon kustannuksina.

Puhtaan ilmanlaadun ratkaisujen keskiössä on avoin tieto ja saatavuus kaikille kansalaisille.

### **Onnistumisen edellytykset ja aikajänne**

Lähinnä tarvitaan eri tahojen yhteistyötä ja koordinaatioita yhteisen selkeän konseptin muotoilemiseksi ja toteuttamiseksi. Osaaminen ja teknologinen tutkimus- ja yrityssektoreilta kasvumahdollisuuden toteuttamiseksi on jo olemassa. Myös markkinakysyntä ja -potentiaali on jo olemassa.

Jotta kasvumahdollisuudesta syntyy merkittävää uutta liiketoimintaa, **tarvitaan**

- Alan huippuosaajien yhdessä kehittämistä: Eri suuruisten yritysten sekä yliopistojen ja tutkimuslaitosten yhteistyötä, ei pelkästään perinteistä tuotekehitysyhteistyötä vaan myös PPP yhteistyötä itse vientihankkeissa ja markkinan luomisessa
- Pitkäjänteisyyttä ja joku taho johtamaan suomalaisen osaamiskeskittymän luomista vientiin
- Kannustavia rahoitusinstrumentteja myös kv. pilotteihin

Läpimurron ajoitus on **noin 3-5 vuotta**. Suurin riski liittyy markkinoiden ja sovellusten kehittymisen hitauteen. Korona voi estää investoinnit lyhyellä aikajänteellä (etenkin kehittyvissä maissa). Lisäksi kaikissa maissa ei ole riittävää määrää dataa saatavilla kaupallisia sovelluksia varten.

**Julkinen toimija voi** avustaa teknologian kehittämisessä, kansainvälisten yhteyksien luomisessa (esim. Kiina) sekä lainsäädännöllisissä asioissa. Tätä varten olisi hyvä olla myös ministeriöiden ja lähetystöjen tukea saatavilla liike- ja vientitoimintamallin kehittämiseen, pilotoimiseen sekä uusien kontaktien löytämiseksi.

### **Ristikkäisvaikutukset**

Kasvumahdollisuus linkittyy terveysteknologiaan, ICT-teknologiaan, kiertotalouteen, biodiversiteetin kompensatioihin, kaupunkisuunnitteluun, energia- ja liikennejärjestelmiin ja koulutusvientiin.

- Maankäytön monimuotoisuutta tukevat ratkaisut ja innovaatiot
- Ilmastoviisas, älykäs maatalous
- Uusiutuvat energiamuodot
- Joustavat energiajärjestelmät ja varastointi
- Mahdollistavien teknologioiden uudenselvitämistavat
- Rakennettu ympäristö
- Älykkäät ja kestävät liikennejärjestelmät
- Tulevaisuuden logistiikka
- Kestävä ja älykäs liikkuminen
- Yksilöiden ja yhteisöjen kokonaisvaltaista hyvinvointia edistävät palvelut ja ratkaisut

# Puhtaan veden tuotanto

## Yleiskuvaus

Suomalainen vesihuolto ja vesiosaaminen ovat korkealla tasolla. Suomen oma vesihuolto alkaa olla jo melko "valmis". Vesiteknologiassa ja -ratkaisuissa on kasvupotentiaalia erityisesti kehittyvissä maissa, joilla on haasteita puhtaan veden tuotannossa.

Suomesta voitaisiin viedä osaamista ja ratkaisuja vesialan haasteisiin. Suomessa on omia teknisiä innovaatioita melko vähän, jolloin vienti olisi enemmän osaamisen viemistä. Tekniset innovaatiot ovat osittain "lapsenkengissä", mutta niissä voisi olla oikein markkinoituna potentiaalia. Muuntautuvuus on tärkeää teknologiassa. Teknisten ratkaisujen tulisi olla sellaisia, että ne soveltuvat monenlaisiin olosuhteisiin (yhteiskuntiin ja ilmastoihin).

Puhtaan veden kysyntää ohjaavat ainakin seuraavat **globaalit muutosvoimat ja haasteet**:

- Ilmastonmuutos, vesivarojen niukkuus ja laadun heikkeneminen
- Väestönkasvu ja väestön keskittyminen isoihin kaupunkeihin
- Aavikoituminen
- Rajalliset luonnonvarat ja saastuminen

## Markkinapotentiaali

Puhdas vesi on elämän edellytys, joten sillä on joka tapauksessa kysyntää. Globaalisti ratkaisun tulisi olla muuntautuva, ja sopia esim. monenlaisiin ilmasto-olosuhteisiin. Kehittyvissä maissa vesihuollon (ja sanitaation) huono tilanne rajoittaa yhteiskunnan muutakin toimeliaisuutta.

Mikäli ratkaisu hyödyttäisi heikoimmassa tilanteessa olevia ja esimerkiksi säästäisi vedenkantamiseen käytettyä aikaa, (ja parantaisi lasten terveyttä) loisi se myös arvoa, jota on vaikea mitata rahassa. Parantamalla vesihuollon tilaa myös kohdemaan taloudellisen toiminnan edellytykset paranevat, mikä kasvattaa markkinapotentiaalia. Samalla esim. teollinen toiminta kohdemaissa voi vahvistua.

Kohdemarkkinat ovat teoriassa globaalit, mutta käytännössä suurin potentiaali (viennille) on kehittyvissä maissa, etenkin Aasian, Afrikan ja Etelä-Amerikan nopeasti kasvavissa kehitysmaissa.

Puhtaan veden tuotannon markkina on jo olemassa, mutta suuressa osassa maista rahoituksen hankkiminen isoille hankkeille on haasteellista. Ilmastonmuutoksen ja muiden haasteiden myötä kasvupotentiaali jatkaa kasvamista ainakin lähitulevaisuudessa. Kasvupotentiaali on skaalautuva, koska puhtaan veden tarve on suuri myös tällä hetkellä köyhimmässä maissa.

Puhtaan veden saatavuudelle pohjavesien ja pintavesien likaantuminen on suuri riski. Tämän takia myös jätevesien puhdistus ja vesivarojen hallinta korostuvat lähitulevaisuudessa.

## Potentiaalisuus Suomelle

Suomalaisten **yriytysten kilpailukykytekijöitä** ovat mm:

- Suomalaiset asiantuntijat ja yritykset ovat jo olleet viemässä vesihuollon ratkaisuja kehittyviin maihin. Vedenkäsittelyn osaamista löytyy sekä yrityksiltä että vesihuoltolaitoksilta.
- Vesihuollon osaamista löytyy, mutta kokonaisratkaisut ovat osin vielä alkuvaiheissa. Vahvuuksia on eniten pienillä / keskisuurilla yrityksillä.
- Suomesta löytyy osaamista mm. kaupunkien, teollisuuden ja kaivosten vesien käsittelystä, jätevesien kierrätyksestä ja uudelleenkäytöstä, vesihuollon koulutuksesta ja suunnittelusta, vedenlaadun monitoroinnista ja digitalisaatiosta. Näistä jälkimmäinen mahdollistaa uusien tietoliikennealan ratkaisujen kehittämisen ja ns. Smart Water ratkaisut.

**Toimintaympäristön kilpailukykytekijöitä** ovat mm.:

- Suomen lainsäädäntö ja hallintojärjestelmä ovat korkeatasoisia ja luotettavia.
- Erityispiirteenä on (maan pienestä koostakin johtuen?) joustavuus ja matala byrokratia sekä alhainen korruptio.
- Julkisen sektorin rooli mahdollistaa jatkuvuuden vesihuollon kehittämisessä myös huoltovarmuuden kannalta.
- Suomessa hyvä koulutusjärjestelmä, samoin työssäoppiminen onnistuu hyvin, vesihuoltoon liittyvää tutkimusta tehdään korkeatasoisesti.
- Suomessa on hyvät vesivarat.

Suomen kannalta **yhteiskunnallinen merkityksellisyys** muodostuu kaikista kolmesta kestävyysosa-alueesta.

- Hyvä ja toimiva vesihuolto on edellytys taloudelliselle kestävyydelle, mm. elintarviketeollisuudelle tärkeä.
- Julkisen talouden kestävyys on edellytyksenä mm. vesihuollon investointien toteuttamiselle.
- Ekologinen kestävyys, esim. vedenkäsittelyn tehostaminen, veden uudelleenkäyttö, vesiensuojelun edistäminen palvelevat "yhteistä hyvää" mm. innovaatioiden kehittämisen ja osaamisen jakamisen kautta. Ilmastonmuutokseen ja vesiensuojeluun liittyen vesihuollolla on keskeinen rooli.
- Vesihuollon vaikutus ihmisten terveyteen on merkittävä. Puhtaan veden hyvä saatavuus vähentää yhteiskunnallista eriarvoisuutta.

Em. argumentit pätevät sekä Suomen vesiosaamisen vientiin että Suomen sisäiseen kasvupotentiaaliin.

## **Onnistumisen edellytykset ja aikajänne**

Jotta kasvumahdollisuudesta syntyy merkittävää uutta liiketoimintaa, tarvitaan

- Vahvaa kansallista tahtotilaa ja sen myötä mahdollistavaa toimintaympäristöä (lainsäädäntö, koulutus, tutkimus, jne.).
- Vesialan pk-yritysten ja konsortioiden viennin ja pilotoinnin tukeminen.
- Tukea hajanaisen osaamisen kokoamiseen konsortioiksi. Asiakkaat haluavat usein kokonaisratkaisuja, joita vain hyvin harvat yritykset pystyvät yksin tarjoamaan.
- Teknisiä innovaatioita: TKI-klusterien (osaamiskeskittymien) synnyttämistä ja vahvistamista oppilaitosten, kuntien, vesihuoltolaitosten ja yritysten verkostoina.
- Vesialan start-up yritysten tukemista.

Liikkeelle voi päästä nopeastikin, mutta läpimurto vie 5+ vuotta. Tärkeää on pitkäjänteisyys kehitystyössä. Julkinen toimija mahdollistaa liiketoimintaa esim. rahoittajana ja verkostojen kautta. Viennin kannalta ei ole kovin oleellista kohdistaa tukea start-uppeihin. Viennin tukea ei tulisi kohdistaa start-up yrityksiin, vaan jo toiminnassa oleviin pk-yrityksiin, joilla on jo referenssejä.

## **Ristikkäisvaikutukset**

Vesialan viennin tukeminen vahvistaa myös suomalaisten toimijoiden osaamista ja resursseja. Tämä edesauttaa Suomen oman vesihuoltosektorin kehitystä.

Digitaaliset ratkaisut mahdollistavat yhteistyön myös tietoliikennealan ja vesialan yritysten välillä, joka mahdollistaa uuden merkittävän vientitoiminnan syntyminen.

# Jätevesien puhdistus ja hyödyntäminen

## Yleiskuvaus

Maailmalla on pulaa puhtaasta vedestä ja jäteveden puhdistamatta jättäminen vaarantaa puhtaan veden saatavuuden. Lisäksi puhdistamattomat jätevedet aiheuttavat vesistöjen saastumista (rehevöitymistä) ja haittaavat biodiversiteettiä.

Suomessa on osaamista seuraavista ratkaisuista, jotka voidaan nähdä tarkemman tason **keihäänkärkinä ja ratkaisuina**:

- Jätevedenpuhdistus kaupungeille, kaivoksille ja teollisuuslaitoksille
- Modulaariset jätevedenpuhdistamot kylille, pakolaisleireille ja teollisuuslaitoksille
- Jäteveden kierrätys ja uudelleenkäyttö
- Suunnittelupalveluiden myynti vesialan projekteille
- Puhdistuslietteen käsittely lannoitteeksi ja biokaasun tuottamiseen
- Yhdyskuntien jätevesien monitorointi ja kerätyn tiedon käsittely eli ”Smart Water”
- Teollisuuslaitosten ja kaivosten jätevesien monitorointi ja kerätyn tiedon käsittely eli ”Smart Water”
- Täydennyskoulutusta vesihuollon viranomaisille ja asiantuntijoille

Kasvumahdollisuus linkittyy vahvasti ilmastonmuutokseen ja kiertotalouteen. **Kysyntää ohjaavat** ainakin seuraavat **globaalit muutosvoimat ja haasteet**:

- Kaupungistuminen, väestönkasvu, rajalliset luonnonvarat, ilmastonmuutos ja globalisaatio. Puhtaan veden saatavuus ja jätevesien puhdistus on haaste kaikissa edellä mainituissa ja myös ilmastonmuutokset vaikutusten torjunnassa.
- Fosfori on rajallinen luonnonvara, typen valmistus kuluttaa runsaasti energiaa. Jäteveden sisältämä orgaaninen aines voidaan hyödyntää uusiutuvana energiana (biokaasu) tai maanparannusaineen, jolloin hiili hyödyttää maaperää. Erittäin puhtaaksi käsiteltynä vesi voidaan hyödyntää uudelleen esim. teollisuudessa tai kastelussa.

## Markkinapotentiaali

Jätevesien puhdistamisella on selkeät tarpeet maailmalla, jotka tulisi ratkaista. Kasvumahdollisuus tarjoaa monia Cleantech-ratkaisuja, joiden avulla voidaan saavuttaa parempi ympäristön tila. Monitorointi ja kierrätys ovat vasta tulossa markkinoille ja siten niillä on suuri potentiaali.

Jätevesien käsittelyn ja ravinteiden kierrätyksen ratkaisuiden tarve on globaali. Kehittyvissä maissa tarve on suhteellisesti suurin, koska jätevedenkäsittelyn nykytilanne on huono ja väestönkasvu ja keskittyminen kaupunkeihin on voimakasta. Myös siirtymätalouksissa tarve on suhteellisen suurta, esim. Kiinassa ja Venäjällä.

Puhdistamojen osalta kyseessä on vanha markkina. Muiden (uusien) ratkaisujen osalta markkinat ovat muotoutumassa. Jätevesien käsittelylle on olemassa olevat markkinat, jotka kuitenkin kehittyvät ja tarvetta on jatkuvasti myös uusille ratkaisuille, jotka poistavat mm. sellaisia aineita (haitalliset aineet), joita nyt ei poisteta sekä ratkaisuille, jotka pystyvät kiertotalouden tavoitteiden mukaisesti erottelemaan kustannustehokkaasti ja ympäristön kannalta kestävästi erilaisia hyödynnettäviä jakeita jätevesistä. Myös olemassa olevien ratkaisuiden kehittämiseksi on kysyntää.

Globaalisti ympäristötietoisuus on kasvussa ja kiinnostus on suurta. Euroopan markkinoilla kiinnostus uusien haitta-aineiden poiston ja ravinteiden talteenoton ratkaisuihin on korkea, koska muutamissa maissa on jo näihin liittyvää velvoittavaa lainsäädäntöä.

Kehittyvissä maissa tarve ja kiinnostus on suuri, mutta markkinoiden toteutuminen edellyttää useimmissa tapauksissa ulkopuolista (kehitys)rahoitusta. Hallinto on myös usein byrokraattista ja myös korruptoitunutta, mikä hankaloittaa vientihankkeita.

Kaikki on skaalattavissa ja markkina on muotoutumassa seuraavan 2-4 vuoden aikana.



## Potentiaalisuus Suomelle

YK on luokitellut Suomen vedet maailman puhtaimmiksi ja siksi olemme uskottava toimija tuottamaan maailmanluokan ratkaisuja kasvumahdollisuuteen liittyen.

Suomalaisten yritysten **kilpailukykytekijöitä** ovat mm:

- Suomessa vesiosaaminen on vahvaa. Suomessa on myös useita vesialan yhteistyökeskittymiä ja vesiasioihin keskittyneitä tutkimuslaitoksia. Ravinteiden kierrätyksen kasvumahdollisuutta on tukenut valtion RAKI-tuki, joka on mahdollistanut useita T&K-hankkeita.
- Mittavampaa vesiosaamisen ja -teknologian vientiä on toistaiseksi rajoittanut se, että (1) suomalaiset yritykset ovat kansainvälisesti vertaillen pieniä ja niiden valmius vientiin ja erityisesti markkinoille etabloitumiseen on heikohko, ja (2) korkeasta vesiosaamisen tasostamme huolimatta Suomella on suhteellisen vähän itse kehitettyä ja valmistettua vesiteknologiaa / tuotteita.
- Teknologia on hyvin hallussa. Haasteena on yritysten pieni koko ja rajallinen kokemus viennistä

Toimintaympäristön **kilpailukykytekijöitä** ovat mm:

- Kokonaisvaltainen lähestymistapa vesihuoltoon sekä luotettavuus ja uskottavuus maailmalla.
- Maailmanpankin ja muiden kansainvälisten rahoittajien projektit. Olemme näissä mukana, mutta tulisi olla aktiivisemmin mukana.
- Vahva tutkimus- ja osaamis pohja

Suomen kannalta **yhteiskunnallinen merkityksellisyys** muodostuu kaikista kestävyiden osa-alueesta.

### Taloudellinen kestävyys

- Kustannustehokkaille uusille jätevesien käsittelyn ja ravinteiden kierrätyksen ratkaisuille on kansainvälisesti kysyntää, joten vientimarkkinoiden pääsyn myötä ratkaisulla voi olla myönteinen vaikutus talouteen.
- Kansainvälinen osaaminen jätevesien puhdistuksessa ja hyödyntämissä edesauttaa osaamisen kerryttämisessä, jota voidaan hyödyntää myös Suomessa.
- Voimme osallistua kehitysyhteistyöhön. Lisäksi työllisyyttä saadaan parannettua.

### Ekologinen kestävyys

- Ympäristöllisesti kestävät jätevesien käsittelyn ja ravinteiden kierrätyksen ratkaisut voivat osaltaan vähentää hiilijalanjälkeä ja vesistökuormitusta.

### Onnistumisen edellytykset ja aikajänne

Jotta kasvumahdollisuudesta syntyy merkittävää uutta liiketoimintaa, **tarvitaan**

- Pitkäjänteistä rahoitusta viennin ja konsortioiden rakentamiseen. Monet toimijat ovat pieniä ja tarvitsevat apua viennin aloittamiseen.
- Lupaavimpia teknologioita on tarpeen pilotoida melko suuressa mittakaavassa. Tähän tarvitaan taloudellista tukea.

Läpimurron odotettu ajoitus on keskimäärin **noin 4-5 vuotta** (riippuu kustakin teknologiasta). Osassa jo aikaisemmin, kuten Smart Water (2-3v). Tällä hetkellä laboratoriomittakaavassa toteutetuista ratkaisuista voidaan pilotoinnin kautta päästä eteenpäin jo muutamassa vuodessa.

**Julkisen toimijan** potentiaalinen **rooli** mahdollistajana / nopeuttajana on

- Referenssien tarjoaminen Suomessa, konsortioiden rakentamisen tukeminen ja vienninedistäminen. Vesisektori on usein kohdemaissa valtion ja kuntien hallussa. Tästä johtuen asiakkaat haluavat usein toimia ”valtiollisten toimijoiden kanssa”.

- Jätevesien käsittelyn osalta julkiset toimijat (= vesihuoltolaitokset) voivat toimia kokeilualustoina ja yhteistyötahoina. Joissain tapauksissa julkisella toimijalla voi olla aktiivinen rooli tutkimustoiminnassa.
- Valtion ja muun julkishallinnon tulisi vaikuttaa vielä nykyistä aktiivisemmin ja johdonmukaisemmin mm. pitkäjänteisemmän vesialan kansainvälistymis- ja vientistrategian tekemiseen ja sitoutua siihen täysillä. Vesihuoltolaitosten edellytyksiä osallistua kansainväliseen toimintaan (ml. vientihankkeet) pitäisi parantaa lainsäädännöllisin ja hallinnollisin ratkaisuin (sekä valtion että kuntien tasolla).

## Ristikkäisvaikutukset

Koulutusvienti tukee teknologiavientiä.

## Luonnonvarojen ja materiaalien täyskierto

### Yleiskuvaus

Tuhlaamme tällä hetkellä luonnonvaroja, ja meidän on opittava käyttämään niitä tehokkaammin ja resurssiviisaammin. Raaka-aineiden mahdollisimman tehokas kierto säästää parhaimmillaan kaikkia resursseja: vettä, energiaa, ympäristöä jne. Tästä kasvumahdollisuudesta löytyy liiketoimintapotentiaalia koko ketjun osalta; suunnittelussa, raaka-aineiden sekä jo kertaalleen käytetyn materiaalin käytössä. Uudet liiketoimintamallit auttavat hyödyntämään materiaaleja entistä tehokkaammin. Teknologian kehityksellä on myös oma merkityksensä tässä: miten pystymme erottamaan jo valmiista tuotteista raaka-aineita uudelleen käyttöä varten, miten jäljitämme materiaalit.

**Keihäänkärkinä ja ratkaisuina** voidaan mainita esim.

- Selluloosapohjaiset materiaalit
- Maatalouden sivuvirtojen hyödyntäminen
- Suljetut materiaalien kierrot (esim. muovi, metalli ja mineraalit)

Kysyntää ajavia **globaaleja muutosvoimia ja haasteita** ovat mm.:

- Ilmastonmuutos
- Biodiversiteettikato
- Luonnonvarojen ehtyminen
- Maankäytön erilaiset kilpailevat muodot
- Väestönkasvu
- Kulutuskäyttäytymisen muutos (mm. tuotteista kohti palveluja)
- Kaupungistuminen
- Mikromuovikysymys

### Markkinapotentiaali

Tämä kasvumahdollisuus ratkaisee väestönkasvun ja raaka-aineiden riittävyyden haasteita. Uudet teknologiat raaka-ainevirtojen prosessointiin ja sulkemiseen mullistaa 'jätteen' käsityksen ja jätteenkäsittelyn markkinat ja luovat arvoa teknologioiden & prosessoinnin alueille.

Vaikka markkinat ovat globaalit ja kasvu todennäköisesti voimakasta, voi eri toimialoilla olla suuriakin maantieteellisiä eroja johtuen paikallisesta infrastruktuurista, lainsäädännöstä ja toimintamalleista. Länsimaat ovat keskittymässä entistä enemmän hyvinvointiin, kun taas kehittyvissä maissa fokus on kulutushyödykkeissä. Kuitenkin kaikkialla maailmassa ruoka ja perustarpeet pysyvät keskiössä.

Ajallisesti markkinat kehittyvät eri tahtiin, joten mahdollisuuksia on sekä tässä ja nyt että tulevaisuudessa pitkällä aikavälillä.

Kysyntää voi syntyä seuraavissa:

1. Kierrätykseen liittyvät palvelut ja palvelukokonaisuudet
2. Kierrätysteknologiat
3. Personointi ja henkilökohtaiset palvelut
4. Raaka-ainevalmistus

## Potentiaalisuus Suomelle

Suomella on hyvät lähtökohdat toimintaympäristönä kyseisessä mahdollisuudessa onnistumiseen, sillä Suomi omaa vahvaa perinteistä teknologiaosaamista ja raaka-aineiden osaamista (erityisesti metsä ja metalli).

Suomen merkittävimpiä **kilpailukykytekijöitä** tällä hetkellä ovat:

- Raaka-aineiden saatavuus (esim. metsä, vesi, metallit)
- Hyvä koulutus- ja osaamistaso
- Vahva luottamuksen kulttuuri

Merkittävimmät heikkoudet liittyvät toimialojen liialliseen siiloutumiseen. Tämä kyseinen kasvumahdollisuus tarvitsee eri toimijoiden yhteistyötä, ja eri osaamisten muodostamia liiketoimintaekosysteemejä. Tämän lisäksi tarvitaan yhä vahvempaa kuluttajavetoista, kuluttajien tarpeesta lähtevää kehittämistä.

Suomen kannalta **yhteiskunnallinen merkityksellisyys** muodostuu kaikista kolmesta kestävyiden osa-alueesta, sillä ekologinen kestävyys ruokkii pitkällä aikavälillä taloudellista kestävyttä ja sitä kautta mahdollistaa sosiaalista hyvinvointia. Luonnonvarojen ja materiaalien täyskierto vaikuttaa kuitenkin suuremmin ekologiseen ja taloudelliseen kestävyteen.

## Taloudellinen kestävyys

Luonnonvarojen ja materiaalien täyskierto kasvumahdollisuus myötävaikuttaa elinkeinoelämän ja -rakenteen uudistuminen. Ekosysteemien merkityksen kasvaessa muodostuu uusia mahdollisuuksia erityisesti pienemmille toimijoille suurempien toimijoiden rinnalla alueilla, jotka eivät kuitenkaan ole suurempien toimijoiden keskeisintä osaamista (esim. sivuvirrat, digitaalisuus).

## Ekologinen kestävyys

Biodiversiteetti, erityisesti sen lisääminen, on ekologisen kestävyiden suurimpia haasteita. Raaka-aineiden mahdollisimman tehokas kierto säästää parhaimmillaan kaikkia resursseja ja parantaa täten ekologista kestävyttä.

## Onnistumisen edellytykset ja aikajänne

Jotta kasvumahdollisuudesta syntyy merkittävää uutta liiketoimintaa, **tarvitaan**

- Innostunutta ja osaavaa työvoimaa
- Investointeja raaka-aineintensiivisiin alueisiin
- Eri alojen ristiinpölytystä
- Uusia rohkeita tutkimussisältöjä ja koulutusta
- Pilotteja
- Investointimyönteinen lainsäädäntö

Tämän kasvumahdollisuuden aikajänne on pitkä tarvittavasta systeemitason muutoksesta johtuen ja läpimurron ajoitus sijoittuu näillä näkymin noin viiden vuoden päähän.

## Ristikkäisvaikutukset

- Maankäytön monimuotoisuutta tukevat ratkaisut ja innovaatiot
- Ilmastoviisas, älykäs maatalous
- Uusiutuvat energiamuodot
- Joustavat energiajärjestelmät ja varastointi
- Mahdollistavien teknologioiden uudenlaiset soveltamistavat
- Käyttäjäkokemukseen parantamiseen tähtäävät ratkaisut
- Älykkäät ja kestävät liikennejärjestelmät
- Tulevaisuuden logistiikka
- Kestävä ja älykäs liikkuminen
- Yksilöiden ja yhteisöjen kokonaisvaltaista hyvinvointia edistävät palvelut ja ratkaisut

## Kestävä jätteenkäsittely

### Yleiskuvaus

**Keihäänkärkinä ja ratkaisuina** voidaan mainita esim.

- Syntypaikalla yhä useampien erilliskerättyjen ja puhtaampien materiaalivirtojen hyödyntäminen uusioraaka-aineiksi korvaten neitseellisiä materiaaleja, esimerkiksi muovituotteet, tekstiilit, rakennusmateriaalit, teollisuuden ja maatalouden jätteet.
- Materiaalikäsitteilyn ja kierrätyksen prosessien integroituminen osaksi esimerkiksi energia-, kemia- ja biotuoteteollisuutta, joissa syntyy uusia korkean jalostusasteen tuotteita.
- Isojen kuitenkin osin vielä potentiaalisten materiaalivirtojen (kuten lietteet, lannat) riittävä konsolidointi sekä ravinteiden sekä hiilen arvon talteenotto ja hyödyntäminen kohdennetusti ja turvallisesti.
- Kiertotalouslannoitteiden, kuten esim. tuhkapohjaisten lannoitteiden kasvava hyödyntäminen metsävarallisuuden hoidossa vauhdittamaan myös biotalouden edistymistä.
- Tiedon tuottaminen edistämään kansallisten tavoitteiden saavuttamista ja läpinäkyvää mittaamista eri materiaali-jakeiden sekä talouden sektorien välillä.

Kysyntää ajavia **globaaleja muutosvoimia ja haasteita** ovat mm.:

- Materiaali- ja kustannustehokkuus – taloudelliset insentiivit
- Yritysten vastuullisuusvaatimusten lisääntyminen, viime kädessä kuluttajakäyttäytyminen ja odotukset
- Ilmastonmuutos
- Luonnon köyhtyminen ja materiaalien riittävyys
- Biodiversiteetin köyhtyminen

### Markkinapotentiaali

Markkinapotentiaali muodostuu lähinnä kahta kautta:

1. Kestävä lisäarvonarvon kasvu: Neitseellisten materiaalien käyttö irtautuu taloudellisen kasvun saavuttamisesta.
2. Teknologinen vientipotentiaali: Kansallisesti edistykselliset teknologiat ovat vientituotteita, vaikka kiertotalouden materiaalivirrat ovat usein jossain määrin paikallisia.

Raaka-ainemarkkinat uusiomateriaaleille ovat vähintäänkin ylikansallisia, ja tiettyihin uusiomateriaaleihin kohdistuu jo tällä hetkellä ylikansallista kysyntää. Teknologiaviennin kysyntä on potentiaalisesti globaali.

Markkinapotentiaali on kasvava, sillä sekä yksityishenkilöiden että yhteiskunnallinen kiinnostus on suurta ja ambitiotasoja nostetaan jatkuvasti.

Ratkaisut ovat kansallisen referenssin kautta skaalattavissa maailmalle, mutta Suomi ei ole kuitenkaan uniikki suhteessa muun maailman kilpailuun.

## Potentiaalisuus Suomelle

Suomella on hyvät lähtökohdat onnistua kyseisessä kasvumahdollisuudessa. **Suomen kilpailukykytekijöitä** ovat mm.

- Suomessa on hyvää cleantech taustaa, osaavaa tutkimusta eri yliopistoissa, joka myös ylikansallisesti verkottunutta. Nämä ovat hyvin vastaavia muiden kasvumahdollisuuksien mukana. Suomi on monella tapaa neutraali maa, esim. kiinan suhteen.
- Suomen markkina on erinomainen pilottiympäristö. Vakaa paikka kokeilla monia asioita, mutta markkinapotentiaali on globaalissa mittakaavassa pieni. Näin ollen kansainvälisestäkin tulisi lisätä kiinnostusta mahdollistaa Suomea testialustaksi, ja jolloin edistyksellistä osaamista jää varmistamaan Suomen kilpailukykyä pidemmässäkin juoksussa.

Kasvumahdollisuus on kokonaisuudessaan kestävä niin taloudellisen, ekologisen kuin sosiaalisen vastuun näkökulmista. Kasvumahdollisuus on ilmastonmuutoksen pienentämistä. Se tukee taloudellisesti jo muitakin kasvumahdollisuuksia (kuten biotalous) ja varmistaa sosiaalista hyvinvointia tuomalla taloudellista lisäarvoa ja mahdollistamalla työtä poikki eri kansantalouden sektorien.

## Onnistumisen edellytykset ja aikajänne

Jotta kasvumahdollisuudesta syntyy merkittävää uutta liiketoimintaa, **tarvitaan**

- Regulaatiota, joka ohjaa markkinaehtoisilla mekanismeilla sekä riittävän pakottavalla sääntelyllä (ei tavoitteita ilman sitovuutta tai sanktioita).
- Riskinjakomalleja (rahoitusmuodot), jotka voivat kohdistua myös (kansallisesti) isojen yritysten toimintaan. Pienet startupit eivät yksinään kykene systeemiin muutoksiin.
- Poliittista rohkeutta ja läpinäkyvyyttä päätöksentekoon.

Läpimurron odotettu ajoitus riippuu eri tekijöiden kehitymisestä. Teolliset investointisyklit ovat vuosikymmeniä, ja kiertotalouteen siirtyminen on yli 5 vuoden aikajänneellä tapahtuva systeeminen muutos. Lyhyellä jänneellä on nähtävissä läpimurtoja teknologioiden hyödyntämisessä tähde-, jäte- ja sivuvirtamateriaalien arvon lisäämisessä sekä myös laajemmin yritysten ”kriisitietoisuuden” heräämisessä kiertotalous-ajattelun soveltamisessa.

## Ristikkäisvaikutukset

Tähteet, jätteet ja sivuvirrat on horisontaalinen sektori, joka läpileikkaa muita talouden sektoreita. Näin ollen kasvumahdollisuudella on positiivisia vaikutuksia kaikkiin sektoreihin, joissa materiaaleja syntyy tai niitä hyödynnetään. Tarkempi tarkastelu tulisi tehdä per arvoketju ja per materiaali.

## Mineraalitalous

### Yleiskuvaus

Yhteiskunnalla ja länsimaisella elämäntavalla on suuri raaka-ainetarve. Lisäksi ilmastonmuutoksen hillitseminen ja siihen sopeutuminen edellyttää uusien teknologioiden ja ratkaisujen kehittämistä, jotka lisäävät raaka-aineiden kysyntää. Vielä on epäselvää, miten korona vaikuttaa pidemmällä aikavälillä raaka-aineiden kysyntään. Kiinan ja Intian kulutuskäyttäytymisen kehittyminen on yksi määräävistä tekijöistä.

Käytimme maailmassa viime vuonna lähes sata miljardia tonnia erilaisia raaka-aineita ja materiaaleja. *Circularity Gap Report* -julkaisun esittämän arvion mukaan globaali kierrätysaste laski viime vuonna puolella prosenttiyksiköllä noin 8,5 %:n tasolle vuodesta 2018.

Potentiaali kierrätysasteen nostolle on selvä. Usein haasteeksi muodostuu kuitenkin kierrätyksen taloudellinen kannattavuus. Tätä voinee heijastaa suurten metalliromumäärien päätyminen Euroopasta Aasiaan ja Afrikkaan. On myös helposti tunnistettavissa useita sellaisia raaka-aineita, joista ei ole vielä tuotettu varantoja, jotka vastaisivat alati monipuolistuviin ja kasvaviin materiaalitarpeisiin. Litium ja harvinaiset maametallit ovat hyviä esimerkkejä tästä. Energiaturvukseen, erityisesti liikenteen sähköistymiseen, liittyen meillä ei vielä ole olemassa sitä materiaalivarantoa, jolla esimerkiksi akkuvallankumous tapahtuisi.

Materiaalien korvaaminen, materiaalitehokkuus tuotannossa, kierrätettävyyden huomioiminen tuotesuunnittelussa sekä teolliset symbioosit ovat kaikki tärkeitä tutkimuksen ja kehittämisen alueita kiertotalouden edistämässä.

Yleinen huomio kiinnittyy usein kehittyneiden maiden tarvitsemiin erikoisraaka-aineisiin, mutta globaali väestön kasvu, keskiluokan vaurastuminen sekä kaupungistuminen lisäävät kysyntää ns. perinteisille kaivostuotteille kuten raudalle ja kuparille. Haasteena niiden osalta on yhdistelmä laskevista malmipitoisuuksista ja sitä kompensoivasta tuotantokoon kasvusta. Kehittyvien maiden materiaalitarpeisiin vastaamisessa on siten erittäin tärkeä löytää keinoja, joilla voidaan huolehtia myös alkutuotannon kestävydestä materiaalien kierrossa pysymisen lisäksi.

**Keihäänkärkinä ja ratkaisuina** voidaan mainita esim.

- Jalostusarvon lisääminen arvoketjuissa, palvelukonsepteissa ja palvelutuotteissa
- Energia- ja materiaalitehokkaat prosessit
- Kierrätys/sivuvirtojen hyödyntäminen

**Kysyntää ohjaavia tulevaisuuden muutosvoimia ja globaaleja haasteita** ovat mm.:

- Ilmastonmuutos – sähköistyminen ja kriittisten raaka-aineiden saatavuus
- Teknologian ja digitalisaation kehittäminen ja hyödyntäminen
- Köyhyyden vähentäminen, kestävä ja oikeudenmukainen raaka-aineiden tuotanto ja käyttö

## **Markkinapotentiaali**

Markkinoilla on tarve koko materiaalikierron hallinnalle; kestävästä alkutuotannosta kierrätykseen saakka. Kohdemarkkinat ovat globaalit, mutta painotuksen tulisi olla EU-alueen kilpailukyvyyn kasvattamisessa sekä osaamisen ja teknologian viennissä eri kohdealueille (kehittyvät raaka-ainemaat ja/tai vahvat raaka-ainemaat).

Markkinoilla on tunnistettu tarve ja tahtotila muutokselle on vahvistunut – markkinaosuudet ovat jaossa. Nyt on oltava mukana isossa mittakaavassa mahdollisuuksien realisoimiseksi.

## **Potentiaalisuus Suomelle**

EU:n teollisuus ja talous ovat riippuvaisia kansainvälisistä markkinoista erityisesti metallisten mineraaliraaka-aineiden tuonnista EU:n ulkopuolisista maista. Kiina on tärkein kriittisten raaka-aineiden toimittaja, ja sen osuus maailmanlaajuisesta tarjonnasta on 70% ja EU:n alueelle suuntautuvan tarjonnan osuus 62% (esim. Harvinaisten maametallien, magnesiumin, antimonin, luonnongrafiitin osalta). Luotettava ja esteetön pääsy tiettyihin raaka-aineisiin on kasvava huolenaihe globaalisti.

Suomella on vahva tausta kaivosteollisuudessa sekä mineraalivarantojen etsinnän ja arvioinnissa (mm. akkuraaka-aineet). Toimialan liikevaihto ja investoinnit ovat merkittävät. Viimeaikaiset investoinnit mineraalialalle Suomessa sisältävät mm. Terrafame: 240 M € nikkeli- ja kobolttisulfaattitehtaassa, BASF: akkukemikaalitehdas, Boliden: 80 M € kapasiteetin lisäys Kevitsa Co-Ni-Cu-PGE-Au kaivoksessa, Outokumpu Chrome: 250 M € kaivoksen syventäminen Kemissä. Perustuen yleiseen mineraalipotentialiin ja korkealaatuisten digitaalisten geologisten tietojoukkojen saatavuuteen, Suomi on tyypillisesti ollut korkealla sijalla Fraser-instituutin vuosittaisessa kaivos- ja tutkimusyriyten tutkimuksessa, joka tukee osaltaan myönteistä investointikehitystä alueille.

Suomen keskeisiä **kilpailukykytekijöitä** ja **kehityskohteita** ovat mm:

- Teknologiaosaaminen ja maine ovat olemassa, insinööriosaaminen on tunnustettu. Veturiyrityksiä tarvitaan ja niitä on (Metso-Outotec, Nokia). Osaamista on lisääntyvässä määrin myös pienissä ja keskisuurissa yrityksissä.
- TK-infra ja kehitysohjelmat ovat hyvä ja toimiva kohtaamispaikka. Tutkimusrahoitusjärjestelmä on hyvä, mutta pilotointiympäristöjä pitäisi kehittää.
- Hyvä teknologiaosaaminen sivuvirtojen/köyhien malmien hyödyntämisessä antaa kiertotalousajattelun vahvistuessa etumatkaa.
- Kansainvälinen verkostoituminen on yrityskohtaisesti hyväkin, mutta yleistasossa on kehittämisen varaa. Koordinoinnilla voitaisiin saada enemmän irti, ns. "Suomi-brändi".
- EU-yhteistyössä Suomi on keskeinen toimija, ja tunnustettu osaava partneri. EU-tasolla yhteydet ovat vahvat mm. EIT-RM, Battery Alliance, jne. Pohjoismaisella areenalla raaka-aineyhteistyötä ollaan kehittämässä, potentiaali on tunnistettu ja vaikuttamismahdollisuudet esim. EU:n suuntaan lisääntyvät tällä tavoin. Pohjoismaat on EU:n keskeinen mineraalituotantoalue.

Suomella ja Suomessa on paljon vahvuuksia toimialan vahvistamiseksi, mutta alan imago ja julkinen keskustelu saattavat vesittää mahdollisuuksia ja markkinaosuuksien kasvattamista.

Suomen kannalta **yhteiskunnallinen merkityksellisyys** muodostuu seuraavista kestävyiden osa-alueista.

### **Taloudellinen kestävyys**

- Mahdollisuus korvata osittain tuontia kotimaisilla raaka-ainelähteillä
- Jalostettujen raaka-aineiden vienti on merkittävä. Suomessa on varsin vahva jatkojalostusteollisuus, jonka raaka-aineen saannin varmistaminen on kansallinen etu. Toimiala on varsinkin alueellisesti merkittävä työllistäjä.
- Teknologiakehitys on ollut toimialan selkäranka jo vuosikymmeniä, ja teknologiasektori on keskeinen osa toimialaa. Kaivostoimiala on hyvin perinteistä, raaka-ainetarve on ikaikainen, toimialan uudistaminen on käynnistynyt, mutta ei suinkaan vielä hyödynnä kaikkia digi- ym. mahdollisuuksia.

### **Ekologinen kestävyys**

Toimiala on sekä mahdollistaja että toteuttaja. Raaka-aineita tarvitaan ilmastoratkaisuihin, mutta toimialan omaa jalanjälkeä tulee ja voidaan kehittää. Esimerkkejä tuotannon ja tuotantoalueiden riskinhallinnasta ja pienentyneistä ympäristöhaitoista:

- Luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen, uhanalaiset luontotyypit voidaan huomioida jälkihoito/maisemointisuunnittelussa nykyistä paremmin - vientituote ratkaisusta.
- Kaivoksen sivutuote on vesistökuormituksen ratkaisu.

### **Sosiaalinen kestävyys**

- Toimiala tuo toimeentuloa ja hyvinvointia. Kansainvälinen mahdollisuus olisi esimerkiksi laittoman pienimuotoisen kaivostoiminnan kehittämishankkeet, koska toiminta tuo toimeentulon suurelle joukolle kehittyvissä maissa.
- Raaka-aineiden tuotantoketjujen jäljitettävyyttä lisää sosiaalista kestävyttä.

### **Onnistumisen edellytykset ja aikajänne**

Jotta kasvumahdollisuudesta syntyy merkittävää uutta liiketoimintaa, **tarvitaan**

- Kehittämisverkostojen ja alustojen kehittämistä: Pilotointi ja demonstraatiokohteita tarvitaan Poc-statuksen lunastamiseksi. Esimerkkinä pilotointialustoista GTK/Mintek, prosessoinnin mallintaminen virtuaalisesti.

- PPP-instrumentti kanavoimaan TKI-rahoitusta, joka pystyy kohdentumaan Suomen Akatemian ja BF:n välimaastoon.

**Julkisen toimijan vastuulla** tulisi olla innovaatorahoituksen kehittäminen ja avoimeen innovaatioon rohkaiseminen rahoitusinstrumenteilla. Jos aloitetaan heti ja olemassa olevilla vahvuuksilla läpimurtoja voi odottaa jo 2-3 vuoden päästä.

## **Ristikkäisvaikutukset**

Raaka-aineilla on paljon ulottuvuuksia, jotka yhdistävät niitä vähintään välillisesti moneen muuhun toimialaan. Datatalous luo uusia liiketoimintamahdollisuuksia monipuolisesti tälle alalle. Virtuaalisuus mahdollistaa mallintamisen ja tuotannon optimoinnin myös etänä. Huoltovarmuus korostuu muuttuvassa maailmassa - raaka-aineiden saannin varmistaminen on tärkeää.

- Luonnonvarojen ja materiaalien täyskierto
- Maankäytön monimuotoisuutta tukevat ratkaisut ja innovaatiot
- Jätevesien puhdistus ja hyödyntäminen
- Data- ja alustatalouden uudet toimintamuodot
- Huoltovarmuus
- Virtuaalisen ja fyysisen toimintaympäristön yhteen tuovat tuote- ja palveluinnovaatiot

## **Metsätalouden uusiutuminen**

### **Yleiskuvaus**

**Keihäänkärkinä ja ratkaisuina** voidaan mainita esim.

- Pakkausmateriaalit ja tekstiilit
- Rakentamisen materiaalit (mm. eristeet ja täydentävät rakenteet)

Kysyntää ohjaavat ainakin seuraavat **globaalit muutosvoimat ja haasteet**:

- Ilmastonmuutos
- Demografian muutokset ja kaupungistuminen

### **Markkinapotentiaali**

Pakkausmateriaalit ja tekstiilit ovat merkittäviä globaaleja kasvualueita erityisesti kestävästi tuotetulle selluloosalle. Markkinapotentiaali ylittää nykyisen toimituskyvyn ja hintataso on tyydyttävä. Käytännössä olisi täysin mahdollista suunnata koko kasvu ja rakennemuutoksesta johtuva perinteisten tuotteiden alenema näihin uusiin tuotteisiin.

Lähes kaikki muovin kasvusta tulee erilaisista pakkausmateriaaleista. Volyymi on jopa 300 miljoonaa tonnia eli vastaa käytännössä koko nykyistä selluloosan tuotantoa. Pakkaus on jatkuvasti uudistuva alue, jossa demografian, kaupungistumisen ja kaupan muutokset muuttavat tarpeita. Tekstiilit ovat huomattavasti kehittyneempi, mutta myös nopeasti kasvava alue (hygieniä)

Pakkausmateriaalien markkinat ovat globaalit, mutta kasvupotentiaalia on erityisesti Kaukoidässä. Markkinoiden kasvu jatkuu ja niiden kasvu nopeutuu seuraavan 10-15 aikana. Skaalautuvuus on merkittävä ja voisi vuoteen 2035 mennessä vastata jopa 20 % kemiallisen metsäteollisuuden kapasiteetista.

Toinen merkittävä osa-alue ovat rakentamisen materiaalit, kuten eristeet ja täydentävät rakenteet. Myös näiden kohdalla voidaan ajatella vientiä. Perinteisempi sahatavaran vienti jatkunee ja myös se lisääntynee. Kuitenkin tässä on selkeästi tarve kehittää kokonaisiä valmisrakennuskonsepteja valikoiduille markkinoille, etenkin EU ja lähialueet. Kotimarkkinoiden merkitys rakentamisessa on suurin. Kaikissa näissä tuoteryhmissä on aivan selkeää, että tuetaan kestävästä kasvusta sekä ilmasto-



että luonnon likaantumisen suhteen. Lainsäädännön ja kansainvälisten sopimusten merkitys on suuri.

## Potentiaalisuus Suomelle

**Suomen kilpailukytekijöitä** ovat mm:

- Suomen osaaminen erityisesti selluloosan jalostamisesta (kraft prosessi, liukoselluloosa) ja sen ominaisuuksista on johtava. Alueella viimeisen 15 vuoden aikana tehty intensiivinen tutkimustyö (nanoselluloosa, selluloosan liuotos, vaahtorainaus, uudet pakkausmateriaalit...) on maailman laajuisesti johtavaa ja antaa mahdollisuuden täysin uusien ja suorituskykyisempien tuotteiden ja tietotaidon vientiin.
- Suomella on myös perinteisesti vahva alan teollisuus (johtavat metsäteollisuus yritykset SE, UPM, Metsä ja lisäksi nyt myös esim. Fortum ja usieta start up vaiheen yrityksiä kuten CH Polymers, IFC, Papti, Spinova...) ja siihen liittyvää teknistä (Metso Andritz, Sulzer, Vaahto...) ja logistista osaamista (Tieto, ja erityisen mielenkiintoisena useita digi alan yrityksiä).
- Myös oma vahva perustuotanto antaa mahdollisuuden vahvaan globaaliin toimijuuteen. Olemme siirtymässä vaiheesta, jossa raaka-aine oli keskeinen yhä enemmän osaamisen ja teknologian vientiin. Kotimainen raaka-aine on laajasti otettu käyttöön ja sen jalostusasteen nosto on keskeinen tavoite. Samaan aikaan volyymin kasvu merkitsee laajaa investointia ulkomaille ja mahdollistaa myös täysin uusien konsortioiden ja ekosysteemien syntyminen kautta laajan teknologiaviennin.

Suomen kannalta **yhteiskunnallinen merkityksellisyys** muodostuu kaikilla kestävyys-osa-alueesta.

Mitä enemmän siirrytään raaka-aineiden tuotannosta kohti lisäarvoisten materiaalien ja teknologian vientiä, sitä vahvemmin se sitoo korkeasti koulutettua osaamista vientituoteisiimme sekä teknisenä tukena, suunnitteluna että projektivientinä. Suomessa alan koulutus on laajaa ja antaa mahdollisuuden nyt koulutetulle uudelle sukupolvelle ja myös maahan opiskelemaan tulleeille uusille potentiaaleille merkittävän mahdollisuuden työllistyä.

Samaan aikaan kehittyvä logistiikka mahdollistaa lisäarvoiset työpaikat myös maaseudulle. Tämän suuntainen kehitys antaa paitsi vahvan vientipotentiaalin niin myös alueellisesti kestävä kehitysmahdollisuuden.

Kokonaisvaltainen alan kehittäminen ja monipuolistaminen tarjoaa työtä ja toimeentuloa hyvin monille eri osaamisalueen henkilöille. Erityisen mielenkiintoinen on digi-, teknologia- ja materiaaliosaamisen yhdistäminen lisäarvoisissa uusissa tuotteissa. Uuden tekniikan käyttöönotto ja tuotantolaitosten uudistaminen mahdollistavat entistäkin kestävämmän tuotannon esimerkiksi täysin päästöttömän tuotannon tavoitteen.

Toisaalta on huomioitava biodiversiteetti, mutta lisäarvoisten tuotteiden kautta liikevaihto kasvaa arvon ei tonnin kautta. Teknologian ja osaamisen viennin tuottavuus ja lisäarvo on merkittävä, ja voisi merkitä yli 5 miljardin lisäystä. Myös lisäarvoisissa tuotteissa lisäys voi olla useita miljardeja.

## Onnistumisen edellytykset ja aikajänne

Jotta kasvumahdollisuudesta syntyy merkittävää uutta liiketoimintaa, **tarvitaan**

- Useat uudet tuotteet (kuitupakkaukset, tekstiilikuidut, kuituvaaho ja komposiitti muovin korvaajana sekä nanoselluloosa useiden tuotteiden lisäaineena) ja niiden teknologia on saatu jo pilottivaiheeseen (esimerkkeinä VTT vaahtorainaus, Metsä Spring lyocell kuitu, IFC tekstiilien kierrätys). Nyt on varmistuttava, että niistä päästään demovaiheen. EU alueella ei ole yhtään suuren mitan pilotti- tai demolaitos kokonaisuutta. Myös maailmanlaajuisesti ne ovat erittäin harvinaisia (lähinnä Kanada).
- Markkinaa voidaan kehittää tarjoamalla sinne uusia ylivertaisia ja uudet vaatimukset vastaavia tuotteita. Tähän tarvitaan demolaitoksia, ja mitä alemmas kustannus saadaan

tässä kuolemalaaksossa sitä suurempi etumatka saada markkinoita luotaessa. Erityisen tärkeää olisi yhdistää resursseja.

- Samalla on vahvistettava kaupallista osaamista ja verkottumista uusien toimijoiden ja markkinakanavien kanssa. Tämä tarkoittaa myös uusien yritysten saapumista Suomeen verkostojen osana.

Läpimurrot ovat tapahtumassa kiihtyvästi vuoden 2025 jälkeen. Sitä ennen jo tarvitaan demoja. Nykyisessä tilanteessa **julkisen toimijan on** varmistuttava, että seuraava vaihe tapahtuu joustavasti ja ilman taantumien aiheuttamaa mahdollista kapeikkoa.

## **Ristikkäisvaikutukset**

Metsäteollisuuden uudistuminen kohti lisäarvoisia tuotteita vahvistaa sekä kestävä metsätaloutta, että teknologioiden uudistumista. Näiden ulostulo on ilmastoviisas ja ympäristön likaantumista estävä kulutustavaroiden tuotanto.

- Maankäytön monimuotoisuutta tukevat ratkaisut ja innovaatiot
- Terveellinen, turvallinen ruokaketju
- Uusiutuvat energiamuodot
- Puhdas ilmanlaatu
- Jätevesien puhdistaminen ja hyödyntäminen
- Data- ja alustatalouden uudet toimintamuodot
- Tulevaisuuden johtamismallit ja käyttäjälähtöiset toimintatavat
- Mahdollistavien teknologioiden uudenlaiset soveltamistavat
- Rakennettu ympäristö
- Terveysteknologiset innovaatiot