

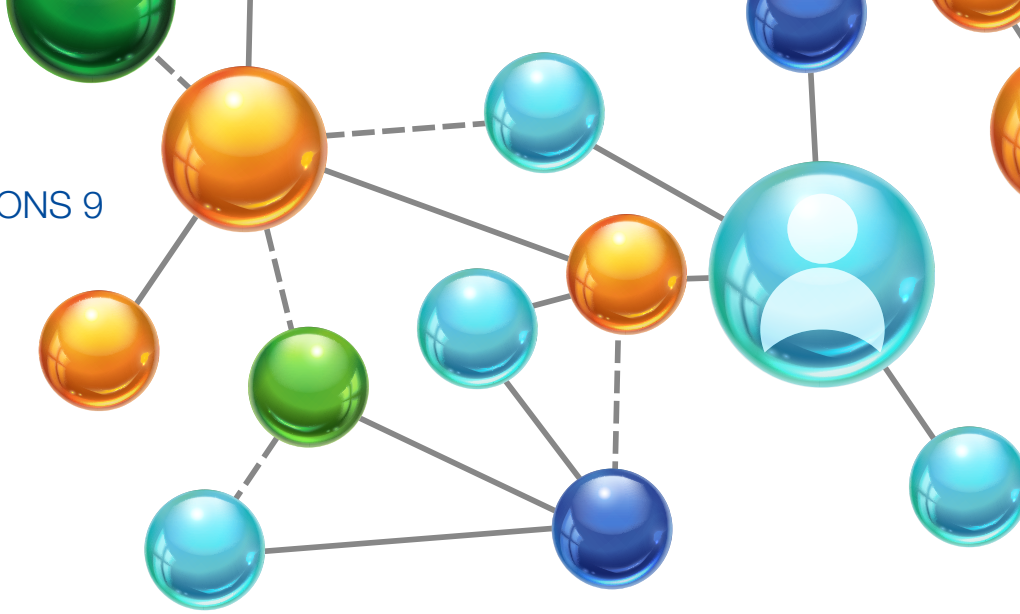
# Elintarviketalous 4.0

VTT:n visio älykkään,  
kuluttajakeskeisen  
ruokatuotannon aikakauteen





VTT VISIONS 9



# Elintarviketalous 4.0

VTT:n visio älykkään,  
kuluttajakeskeisen  
ruokatuotannon aikakauteen



ISBN 978-951-38-8499-4 (painettu)  
ISBN 978-951-38-8500-7 (sähköinen)

VTT Visions 9

ISSN-L 2242-1157  
ISSN 2242-1157 (painettu)  
ISSN 2242-1165 (sähköinen)  
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8500-7>

Copyright © VTT 2017

### **JULKAISIJA**

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy  
PL 1000, 02044 VTT  
Puh. +358 20 722 111

**KIRJOITTAJAT:** Kaisa Poutanen, Emilia Nordlund, Jaakko Paasi, Kaisa Vehmas, Maria Åkerman

**TAITTO:** ID BBN

**PAINO:** Juvenes Print, Helsinki 2017

# SISÄLLYSLUETTELO

ESIPUHE	4
1. KOHTI UUTTA ELINTARVIKOTALOUTTA	6
2. KESKITTYNYT JA RESURSSIJA TUHLAAVA ELINTARVIKKEKETJU	8
3. ELINTARVIKKEKETJUN MUUTOSAJURIT JA MEGATRENDIT	10
Globalisaatio	11
Digitalisaatio	12
Kaupungistuminen	13
Maapallon kantokyky: ilmastonmuutos ja väestönkasvu	13
Väestön terveys ja hyvinvointi: elintapataudit ja ikääntyminen	14
4. VISIO: ELINTARVIKETAOUS 4.0	16
5. KOLME TIEKARTTAA UUTEEN ELINTARVIKETAOUTEEN	18
Muutospolku 1: Massatuotannosta yksilöllisiin ratkaisuihin	19
Muutospolku 2: Keskittyneestä ketterään valmistukseen ja jakeluun	23
Muutospolku 3: Horisontaalisesta vertikaaliseen ruuantuotantoon	27
Kolmen muutospolun ekosysteemi	31
6. LIIKETOIMINTA UUDESSA ELINTARVIKETAOUDESSA	34
Kyber-fyysinen elintarviketalous	34
Esimerkkejä	35
Vienti uudessa elintarviketaloudessa	36
7. UUTTA ELINTARVIKOTALOUTTA TUKEVAT TUTKIMUSSTRATEGIAT	38
8. MITEN TÄSTÄ ETEENPÄIN?	40
Rohkeasti rajojen yli	40
Uusia kehitysympäristöjä tarvitaan	40
Tarvittavia kehitysaskelia	41
Liite: Tiekartan koostaminen	46
Lähteet	48
Tiivistelmä	53
English abstract	55

# Esipuhe

Tämä tiekartta on rakennettu osana Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n strategiaprosessia vuoden 2016 aikana. Tavoitteena oli luoda muutospolkuja murroksessa olevalle ruokatuotannolle ja -kaupalle, ja tunnistaa ajureita ja teknologioita sekä niihin perustuvia uusia ratkaisuja ruuan tarjontaan liittyvän liiketoiminnan kehittämiseksi.

Tiekartta painottuu ruuan teolliseen valmistukseen ja jakeluun, sillä alkutuotannon kehittymistä on jo aiemmin tarkasteltu. Vuonna 2016 on tehty Luonnonvarain tutkimuskeskuksen ja VTT:n yhteistyönä tiekarttatyö erityisesti digitalisaation vaikutuksesta alkutuotantoon.

Työn aikana haastateltiin VTT:n eri alojen asiantuntijoita ja pidettiin neljä työpajaa, joihin osallistui myös elintarviketoimialan yritysten edustajia. Kiitämme lämpimästi kaikkia työhön osallistuneita suuresta panoksesta. VTT:n johtavalle tutkijalle Nesli Sözerille ja liiketoiminnan kehittämisen erityisasiantuntijalle Mikko Utriaiselle

erityiset kiitokset tiekartan suunnitteluun osallistumisesta ja ideoinnista. Kiitokset erikoistutkija Marjukka Kolehmaiselle panoksesta hankkeen alkuvaiheessa ja tutkija Pia Silventoiselle viimeistelyvaiheen suuresta avusta.

Toivomme, että tiekartta toimii ponnahduslautana suomalaisen ruokatuotannon kehittämisessä bio- ja älytalouden aikakaudella, ja että julkaisussa kuvattu Elintarviketalous 4.0 inspiroi toimialojen rajat rikkovaan innovointiin uusien ruokaan ja syömiseen liittyvien palvelujen kehittämiseksi.

Espoossa ja Tampereella joulukuussa 2016

Kaisa Poutanen, Emilia Nordlund, Jaakko Paasi, Kaisa Vehmas ja Maria Åkerman



# 1. Kohti uutta elintarviketaloutta

Syöminen on yksi perustarpeistamme. Ensimmäiset ihmiset saivat ravintonsa keräämällä marjoja ja muita kasveja. Sitten ihminen alkoi metsästää ja käydä kauppaa saaliillaan. Tätä voidaan pitää elintarviketalouden varhaisimpana ilmentymänä.

Kun ihminen oppi viljelemään maata, se merkitsi todellista vallankumousta ruuantuotannossa. Maanviljelyn syntyä voidaan pitää sivilisaation alkuna, ja viljelytaitojen kehittymisen myötä ihmiskunta lähti voimakkaaseen kasvuun.

Seuraavaa vallankumousta elintarviketaloudessa saatiinkin odottaa aina 1800-luvun loppupuolelle asti. Silloin ruokatuotanto lähti keskittymään ja kehittymään massatuotantoa harjoittavaksi teollisuuden muodoksi. Samalla ruokateollisuus lähti askel askeleelta

kansainvälistymään. Suuret toimijat ovatkin tällä hetkellä globaaleja jättejä.

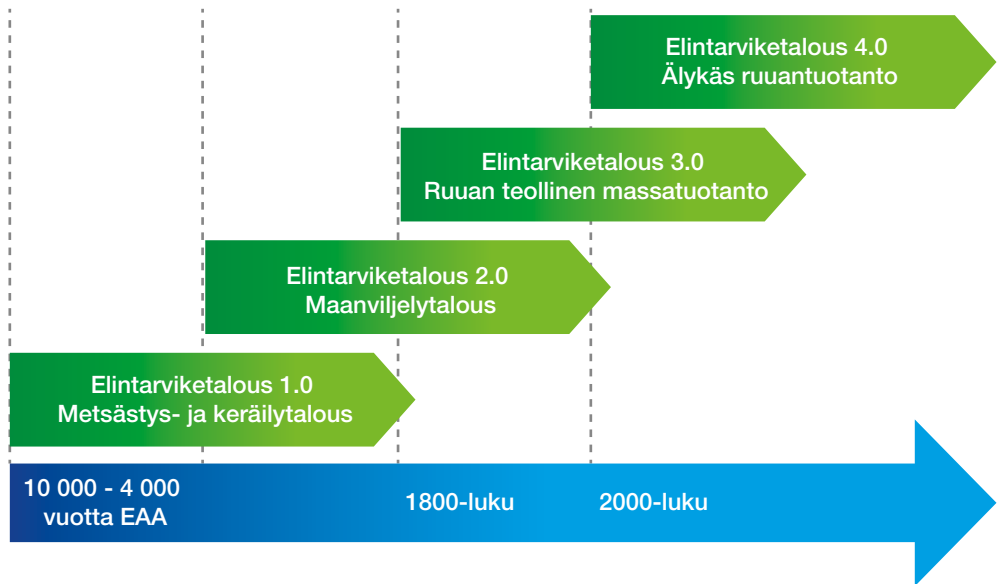
Ruuan massatuotanto oli omalta osaltaan mahdollistamassa sitä, että 1900-luvulla maailman väkiluku moninkertaistui. Samalla elintaso nousi. Elintason noustessa ruuan valikoima kasvoi, mutta ruokaan käytettävä osuus elintarviketuotannosta laski, ja on tällä hetkellä Euroopassa 14% ja Suomessa 12% <sup>1</sup>.

Elintarviketuotannon taloudellinen merkitys on erittäin suuri; EU:ssa sen bruttoarvo on 1089 mrd. euroa ja se työllistää 4,3 miljoonaa ihmistä. Suomessa noin joka kymmenes työllisistä (266 000 henkilöä) on elintarviketehtävän palveluksessa, ja elintarviketeollisuus on suurin kuluttajatarviketehtävien valmistaja. Euroopan noin 500 miljoonaa

## Elintarviketuotannon tunnuslukuja (2014-2015)

	Suomi	EU
Tuotannon arvo	13,3 mrd. €	1089 mrd. €
Suorat työpaikat	33 000	4,3 miljoonaa
Koko elintarviketehtävien työpaikat	266 000	44 miljoonaa





**Kuva 1. Ruuan tuotannon kehitysvaiheet.**

kuluttajaa käyttävät ruokaan ja juomaan vuodessa noin biljoona euroa <sup>1</sup>.

Ruuan riittävyys on globaali huolenaihe. Ruoka ei silti ole vain energiaa. Osana muita elintapoja syömiskäyttäytymisellä on suuri merkitys terveydelle. Elintapojen arvioidaan olevan yhteydessä noin 40%:iin ennenaikaisista kuolemista, ja niihin liittyviin kroonisiin sairauksiin kuolee 38 miljoonaa ihmistä vuodessa <sup>2</sup>.

'Olet mitä syöt' ei kuitenkaan tarkoita vain kuinka voit, vaan myös mitkä ovat mahdollisuutesi; Mitä ajattelet ympäristönsuojelusta, työvoiman tai tuotantoeläinten hyvinvoinnista, tai kauppapolitiikasta – tai itsestäsi. Elämme ajassa, jossa kulutus- ja elintavat yksilöllistyvät, ja ruuasta on tullut tärkeä itsensä toteuttamisen väline.

Valmistava teollisuus on siirtymässä massatuotannon aikakaudesta älykkään tuotannon aikaan, jossa fyysinen tuotanto sulautuu digitaalisuuden luomien mahdollisuuksien hyödyntämisen kanssa kyber-fyysisiksi järjestelmiksi <sup>3</sup>. Ruuan riittävyyden turvaaminen yhdistettynä ihmisten yksilöllisiin tarpeisiin on tekemässä samaa elintarviketaloudessa.

Kasviruuan lisääntyminen, yksilölliset valikoimat, kuluttajalähtöinen liiketoiminta, nettikauppa, uudet palvelumallit ja uudenlainen teknologiaa hyödyntävä paikallistuotanto ovat esimerkkejä tapahtumassa olevista muutoksista. Olemme elintarviketaloudessa uuden vallankumouksen kynnyksellä.

Edellä kuvattujen vallankumousten voidaan ajatella olevan elintarviketalouden evoluution eri vaiheita. Kukin niistä on vuorollaan edustanut vallitsevaa tapaa toimia yhteiskunnassa (Kuva 1). Seuraavaan vaiheen noustessa edellinen on kuitenkin aina jäänyt elämään rinnakkaisena tapana toimia, minkä seurauksena nämä kaikki elintarviketalouden muodot ovat edelleen nähtävillä.

Tässä julkaisussa esiteltävä tiekartta kuvaa muutospolkuja uuteen 2000-luvun kuluttajakeskeiseen ja kestäväan elintarviketalouteen, jossa perinteisten arvoketjujen rinnalle nousee uusia ruuan tuotanto- ja jakelutapoja. Tiekartan tuottamiseen on osallistunut poikkitieteellinen joukko VTT:n tutkijoita sekä elintarviketoimialan yritysten asiantuntijoita.

## 2. Keskittynyt ja resursseja tuhlaava elintarvikeketju

Ruokatuotannon turvaaminen luonnonvaroja kestävästi hyödyntäen on globaali haaste. Samalla se on myös mahdollisuus uuteen liiketoimintaan. Ruokatuotannon tehokkuuteen vaikuttavat sekä raaka-aineiden ja tuotantotapojen valinnat että prosessoinnissa ja jakelussa syntyvä hävikki ja resurssien käyttö.

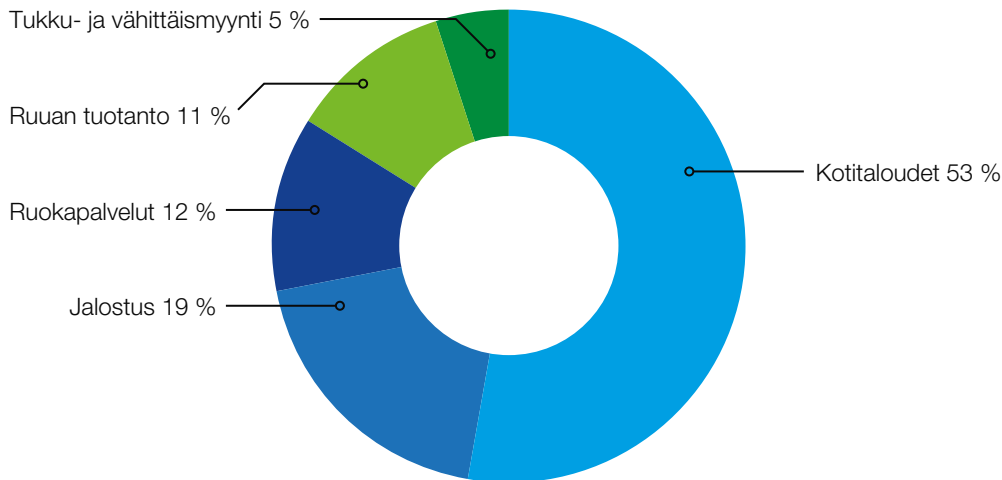
Ruuan teollinen valmistus ja myös vähittäiskauppa on viime vuosikymmeninä voimakkaasti keskittynyt. Kaupan keskittyminen on kasvattanut ostoista vastaavien valtaa ruokatuotannossa (Kuva 2). Ruokatuotannon toimijaketju on tiimialasin muotoinen, sillä ruokatuotannon toimijoita ja suurta kuluttajakuntaa yhdistävät vain harvat ostajat, tukkukaupat ja jakelijat.

Kuten aiemmin jo mainittiin, globalisaation vahvistamana suuri osa elintarviketuotannosta on vain muutaman ison valmistajan ja brändioimistajan hallussa. Kymmenen kansainvälisesti suurimman elintarvikeyrityksen yhteenlaskettu liikevaihto vuonna 2015 oli 455 mrd. dollaria <sup>4</sup>. Yhteensä suurten yritysten osuus elintarvikeyritysten yhteenlasketusta liikevaihdosta on 50,4% <sup>5</sup>.

Voimakas ruuan tuotannon ja jakelun keskittyminen on aiheuttanut huolen ja tarpeen ketjun läpinäkyvyydestä. Ruoka ostetaan yhä suuremmista kaupoista; esimerkiksi Suomessa 64% ostoista tehtiin vuonna 2015 super- ja hypermarketeista, kun kaksikymmentä vuotta sitten osuus oli vain 39% <sup>6</sup>.



Kuva 2. Elintarvikeketjulle tyypillinen suppilorakenne; esimerkkinä maanviljely- ja kasvistuotantoketju seitsemän Euroopan maata huomioiden. Kuva muokattu lähteestä <sup>8</sup>.



Kuva 3. EU-jätteiden alkuperästä kertova kakku. Kuva muokattu lähteestä <sup>9</sup>.

Kun supermarketeissa keskimääräinen tuotteiden määrä on lähes 40 000 <sup>7</sup>, ja kuluttaja haluaa kerralla ostaa niistä vain noin 30, valintatilanteet voivat olla vaikeita. Tämä johtaa muutospaineisiin niin kuluttajaviestinnässä, myymälöiden suunnittelussa kuin jakelutavoissakin.

### Jätettä syntyy vuodessa 173 kg ihmistä kohden.

Keskittynyt tuotanto, pitkät kuljetukset ja varastointi aiheuttavat myös paljon hävikkiä elintarvikeketjun eri vaiheissa. EU:n ruokahävikin vuotuiseksi määräksi on arvioitu 88 miljoona tonnia, ja siihen liittyvien kustannusten olevan 143 miljardia euroa <sup>9</sup>. Hävikistä reilu puolet tapahtuu kotitalouksissa ja viidennes prosessoinnissa (Kuva 3). Tämä merkitsee 173 kg jätettä ihmistä kohden vuodessa.

Suomessa on vuonna 2016 tehty kartoitus elintarviketeollisuuden jäte- ja sivuvirroista. Vuotuisesti jätteiden kokonaismääräksi arvioitiin noin 390 000 tonnia. Määrällisesti suurimpia olivat soluneste, multa, eläinperäiset sivutuotteet, liete, mäski sekä vihannesten ja juuresten kuoret <sup>10</sup>.

Raaka-aineiden entistä taloudellisempi ja tehokkaampi käyttö ruokatuotannossa on tärkeä osa siirtymää kohti kestäväää biotaloutta. Erityisesti elintarvikeketjussa muodostuvien sivuvirtojen hyötykäyttö ruuaksi ja muiksi arvojakeiksi on oleellinen osa kestävämpää ruokaketjua ja kiertotaloutta.

Kustannussäästöjen lisäksi hävikin vähentäminen olisi myös ekologisesti tärkeää, sillä ruuan tuotanto kuluttaa merkittäviä määriä uusiutuvia luonnonvaroja. Maatalous kuluttaa tällä hetkellä globaalisti vesivaroja yli varojen <sup>11</sup> ja tuottaa 10% kaikista kasvihuonekaasupäästöistä <sup>12,13</sup>.

Kansainvälinen ylikulutuksen päivä, eli päivä, jolloin ihmiset ovat laskennallisesti käyttäneet vuoden aikana tuotetut uusiutuvat luonnonvarat, tulee vuosi vuodelta aiemmin. Vuonna 2016 maailman ylikulutuspäivä ajoittui elokuuhun, Suomessa jo huhtikuulle <sup>14</sup>.

*Vuonna 2016 maailman ylikulutuspäivä ajoittui elokuuhun, Suomessa jo huhtikuulle.*

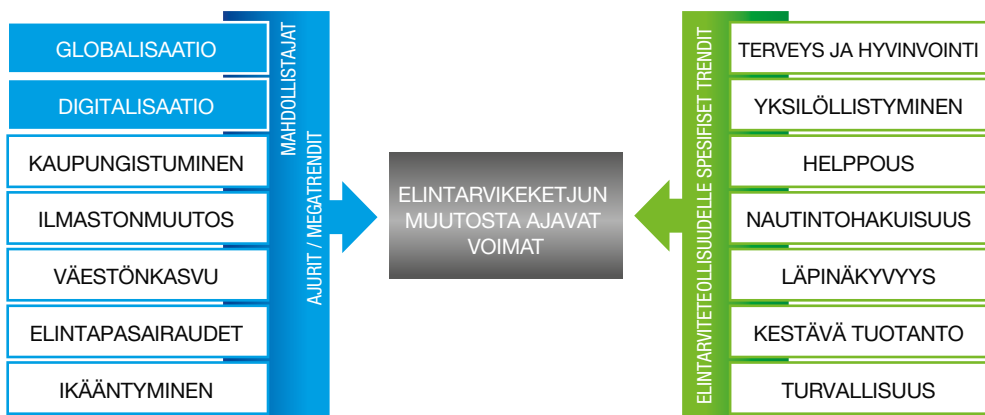
# 3. Elintarvikeketjun muutosajurit ja megatrendit

Ruokatuotannon toimintaympäristö on parhailaan murroksessa, mikä tulee sekä avaamaan alan toimijoille uusia ansaintamahdollisuuksia että pakottamaan ruokatuotannon uudistumiseen. Tärkeimmät elintarvikeketjun muutokseen vaikuttavat megatrendit ja ajurit on esitetty kuvassa 4.

Teknologiakehityksen alati voimistamia ajureita ovat globalisaatio, digitalisaatio ja myös kaupungistuminen. Maapallon kantokykyyn ja ympäristökriisiin liittyviä ajureita ovat ilmastonmuutos ja väestönkasvu. Lisäksi aliravitsemus, elintapasairaudet ja ikääntyminen ovat globaalisti isoja haasteita. Globalisaatio ja digitalisaatio toimivat toisaalta myös muutoksen mahdollistajina.

Ruuan tuotantoon kohdistuu myös spesifiempää trendejä, jotka muokkaavat sitä, kuinka ihmiset kokevat ruuan merkityksen arjessaan (Kuva 4) <sup>15</sup>. Kuluttajien segmentoituminen ja hyvinvointierojen kasvu lisäävät yksilöllisten, terveyttä ja hyvinvointia edistävien ratkaisujen kysyntää. Ruokavalintoja ohjaa lisäksi kuluttajien tarve nautinnoille ja helppoudelle arjessa.

Ruoka saatetaan pelkän ravinnon sijaan nähdä laajemmin hyvinvointipalveluna. Myös kestävästi ja eettisesti tuotettu ruoka kiinnostaa kuluttajia yhä enemmän. Globaalien ajurien myötä tuotantovarmuuden ja ruuan turvallisuuden merkitys tulee kasvamaan ja myös sen viestiminen kuluttajarajapinnassa korostumaan.



Kuva 4. Elintarvikeketjussa vaikuttavat yleiset megatrendit ja ajurit sekä elintarvikeketjulle spesifiset trendit.

## GLOBALISAATIO

Globalisaatiossa eri maiden taloudet ja kulttuurit liittyvät tavara- ja tietoliikennevirtojen myötä yhä tiiviimmin toisiinsa. Tämän seurauksena taloudelliset, kulttuurilliset ja poliittiset vaikutukset sekä tieto leviävät yhä helpommin eri puolille maailmaa.

### *Kansainvälisen tietoliikenteen kapasiteetti on 45-kertaistunut vuodesta 2005.*

Tällä hetkellä globalisaatiossa merkittävämpänä kasvutekijänä pidetään tiedonsiirtoa ja tiedon lisääntymistä. Arvion mukaan maailman bruttokansantuotteen vuotuisesta kasvusta tietovirran osuus on 2,8 triljoonaa USD (2014). Tuoreen raportin mukaan kansainvälisen tietoliikenteen kapasiteetti on 45-kertaistunut vuodesta 2005 <sup>16</sup>.

Myös verkkokaupan osuus kasvaa: tällä hetkellä maailmassa noin 12% tavaroista toimitetaan verkkokaupan välityksellä. Parantuneet tietoliikenne- ja logistiikkayhteydet ovat avanneet globaalit markkinat myös pienille toimijoille. Jopa 86% teknologiaan liittyvistä start up -yrityksistä on kansainvälistä yhteistyötä <sup>16</sup>.

Globalisaatio näkyy elintarvikeketjussa yritysten yhteenliittyminä, mikä lisää vahvojen toimijoiden merkitystä elintarviketuotannon pelisääntöjen määrittäjänä. Monikansalliset elintarvike- ja maatalousyritykset dominoivat tällä hetkellä globaalia elintarvikekenttää.

500 yritystä kontrolloivat 70%:a elintarvikevalikoimasta, ja toisaalta vain kymmenen liikevaihdoiltaan suurinta yritystä kontrolloivat lähes kaikkia tuotteita, jotka ovat kauppoissa myynnissä <sup>17</sup>.





## DIGITALISAATIO

Digitalisaatio on vahva muutosta eteenpäin työntävä voima, joka mahdollistaa sekä globalisaation että kuluttajan roolin vahvistumisen elintarviketjetjussa. Teollinen Internet on merkittävä osa digitaalista muutosta niin Suomessa kuin maailmalla. Yhdistämällä reaali maailman laitteet ja koneet verkkoon ja toisiinsa, se mahdollistaa uudenlaisten älykkäiden tuotteiden ja palveluiden kehityksen.

Erään arvion mukaan verkottumisen kautta syntyvän uuden liiketoiminnan arvo on 15 biljoonaa dollaria vuoteen 2030 mennessä, kun olemassa oleva käyttöomaisuus hyödynnetään paremmin, työn teko tehostuu entisestään, toimitusketjut ja logistiikka tehostuvat sekä uudet kuluttajapalvelut ja innovaatiot lisääntyvät <sup>18</sup>.

### *Suomella on maailman parhaat edellytykset hyötyä digitalisoitumisesta.*

Enää ei puhuta tuotteiden ja palveluiden kertaluontoisesta toimittamisesta asiakkaalle, vaan jatkuvatoimisista, asiakkaan tosiaikaiseen ympäristöön optimoiduista ratkaisuista. Kaikilla esineillä ja asioilla on digitaalinen tunniste, jonka avulla niiden käyttöä, ominaisuuksia ja lisäarvoa voidaan optimoida kuluttajille <sup>19</sup>.

Uudet palvelut perustuvat eri lähteistä saatavan datan tehokkaaseen hyödyntämiseen. Esimerkiksi Euroopassa Big Data -sektori kasvaa vuosittain 40%, seitsemän kertaa nopeammin kuin tietotekniikkamarkkinat <sup>20</sup>.

Teollinen Internet tarjoaa mahdollisuuden uusien markkinoiden luomiselle sekä uuden kilpailun ja kasvun synnyttämisen nykyisten liiketoimintamallien rinnalle, päälle ja välille. Tämä vaatii toimijoilta strategisia ja operatiivisia valintoja sekä laajaa yritysten välistä yhteistyötä.

Yritykset voivat tarjota asiakkailleen lisäarvoa tuottavia palveluja integroimalla yhteen erilaisia teknologioita ja palvelualueita sekä kehittämällä uudenlaisia palveluja yhdessä niin paikallisesti kuin globaalistikin <sup>19</sup>. Digitalisoituminen mahdollistaa myös aiempaa läheisemmän kommunikoinnin asiakkaiden kanssa; tulevaisuuden palvelut kehitetään yhdessä asiakkaiden kanssa ja heidän tarpeitaan vastaaviksi <sup>21</sup>.

Digibarometrin mukaan Suomella on juuri nyt maailman parhaat edellytykset hyötyä digitalisoitumisesta. Digitaalisuuden käytössä Suomi on sijalla viisi ja vaikutuksissa sijalla kolme. Suomessa digitaalisin toimiala on kuluttajamarkkinoille suuntautunut kauppa, elintarviketeollisuus on sijalla viisi. Vaikka Suomi sijoittuukin vertailussa kärkipäähän, ovat digitalisuuden luomat mahdollisuudet vielä pääosin hyödyntämättä <sup>22</sup>.

## KAUPUNGISTUMINEN

Kaupungistumisella tarkoitetaan tällä hetkellä ympäri maailmaa havaittavaa ilmiötä, jossa kaupungeissa asuvan väestön osuus kokonaisväestöstä kasvaa. Kaupungistuminen johtuu pääasiallisesti muuttoliikkeestä, jossa väestö siirtyy maaseudulta kasvukeskittyymiin tai suuriin kaupunkeihin, yleensä korkeamman elintason perässä.

Tällä hetkellä yli puolet maailman väestöstä asuu kaupungeissa, ja osuuden on ennustettu kasvavan 66%:iin vuoteen 2050 mennessä. Länsimaissa kaupungeissa asuvan väestön osuus on jo tällä hetkellä hyvin korkealla, Euroopassa 73% ja Pohjois-Amerikassa jopa 82%<sup>23</sup>. Suomessa kaupungistumisaste on tällä hetkellä noin 84%<sup>24</sup>.

*Yli puolet maailman väestöstä asuu kaupungeissa, Suomessa noin 84%.*

Kaupungistuminen aiheuttaa haasteita yhteiskunnalle niin kasvavien tiiviiden kaupunkien kuin asutuksellisesti harvenevan maaseudunkin osalta, etenkin köyhemmissä valtioissa. Infrastruktuurin huolellista suunnittelua vaaditaan, jotta kasvavien kaupunkien toiminta taataan ja vältetään slummiutumista sekä ympäröivän luonnon tuhoamista.



Kaupungistuminen haastaa myös nykykaisen ruuantuotannon, sillä suurkaupunkien väestön ruokkimiseksi tarvitaan valtavat viljelypinta-alat, ja peltopinta-alan kasvattaminen ei enää onnistu suurissa määrissä. Toisaalta suurkaupunkien kiireinen elämäntyyli ja modernit ruokatottumukset vaikuttavat siihen, että elintarviketuotannolta vaaditaan terveellisiä välipaloja ja terveystrendien huomiointia.

## MAAPALLON KANTOKYKY: ILMASTONMUUTOS JA VÄESTÖNKASVU

Akuutti ympäristökriisi on yksi merkittävimmistä ajureista elintarvikeketjussa. Ilmastonmuutos ja luonnon kantokyvyn rajallisuus samanaikaisesti kasvavan väestön kanssa pakottavat kehittämään kestäviä ruuantuotantoratkaisuja.

Ilmaston lämpeneminen johtuu pitkälti ihmisten toiminnasta energiaa kuluttavilla ja päästöjä tuottavilla sektoreilla. Myös ruuan tehotuotannolla on selvät vaikutukset ilmastonmuutokseen ja erityisesti karjankasvatuksen merkitys ilmastonmuutosta edistävänä tekijänä on huomattava.

Euroopassa ja Yhdysvalloissa maanviljelijä ja karjankasvatus tuottavat vuosittain noin 10% kaikista kasvihuonekaasupäästöistä ja muualla maailmassa osuuden odotetaan kasvavan tulevina vuosina paljon suuremmaksi<sup>12,13</sup>.

Päästö määrän lisääntyminen on huomattavaa etenkin kehittyvissä maissa, joissa esimerkiksi maatalouden aiheuttamien metaanipäästöjen odotetaan nousevan jopa 60% korkeammiksi vuoteen 2030 mennessä nykyiseen tilanteeseen verrattuna. Karjankasvatuksen metaanipäästöt vastaavat tällä hetkellä 40% maatalouden tuottamista kasvihuonekaasupäästöistä. Lisäksi karjankasvatus tuottaa noin puolet ihmisten tuottamista dityppioksidipäästöistä.

Ilmastonmuutoksen ehkäisemiseksi metsien biodiversiteettiä suojellaan, mikä toisaalta asettaa paineita uutta viljelysalaa kaipaavalle ja väestönkasvun kanssa kamppailevalle elintarvikesektorille.



Toisaalta ilmastonmuutoksen vaikutukset heijastuvat elintarviketuotantoon, kun esimerkiksi äärimmäiset sääolosuhteet yleistyvät ja muutokset ilmaston lämpötilassa vaikuttavat viljelyalueisiin <sup>25</sup>.

Vuonna 2015 maapallon väestömäärä oli 7,3 miljardia ja on ennustettu, että määrä kasvaa 9,7 miljardiin vuonna 2050 ja edelleen 11,2 miljardiin vuonna 2100. Karkeasti arvioiden maapallon väestömäärä kaksinkertaistuu tämän vuosisadan aikana.

Tällä hetkellä väestönkasvu on alueellisesti nopeinta Afrikassa, sillä ennusteiden mukaan yli puolet vuosien 2015–2050 välillä tapahtuvasta väestönkasvusta aiheutuu Afrikan väestömäärän kasvusta. Vuosina 1950–2100 nousuarvio on noin 2,5 miljardista 11 miljardiin <sup>26</sup>.

## *Ruuan tarve kasvaa maailmanlaajuisesti 60% vuoteen 2050 mennessä.*

Nykyistä kestävämmät ruuantuotantotavat ovat välttämättömiä myös, jotta kasvavalle väestömäärälle pystytään tuottamaan ympäristöystävällisesti, mutta kattavalla volyymillä laadukasta ravintoa. Ennusteet kertovat, että vuonna 2050 ruuan tarve on 60% enemmän tämänhetkiseen tarpeeseen verrattuna <sup>27</sup>. Tämä ei kuitenkaan ole mahdollista nykyisellä lihantuotanto- ja peltoviljelyteknologialla.

Ensinnäkin karjankasvatus tuottaa tällä hetkellä huonolla hyötysuhteella ravintoa ja on

samalla suuri ilmastonmuutosta edistävä tekijä <sup>28–30</sup>. Jotta lihankasvatuksen ympäristömerkitys olisi konkreettisesti käsitettävissä, on laskettu, että lihankulutuksen vähentämisellä 50% on suurempi merkitys kuin elintarvikejätteen vähentämisellä <sup>31</sup>.

Samanaikaisesti arviot kertovat, että peltopinta-alaa voidaan kasvattaa vain 2% nykyisestä, mikä tarkoittaa, että pelkäästään maanviljelyn ja kasvintuotannon lisääminen suoraan ihmisravinnon tuottamiseksi ei ole itsestään selvää. Lisäksi maanviljelyn haasteena on ravinnevuotojen aiheuttamat ympäristöhaitat etenkin vesistöille.

Suomen ympäristökeskuksen arvion (2015) mukaan maatalouden osuus vesistöjen fosforikuormituksesta on jo noin 70% ja typpipäästöistä hieman alle 60%. Toisaalta kallisarvoisia ravinteita hukataan koko ruokaketjun matkalta: alkutuotannosta, jalostuksesta, kulutuksesta ja lopulta yhdyskuntajätevesistä <sup>32</sup>.

## **VÄESTÖN TERVEYS JA HYVINVOINTI: ELINTAPASAIRAUDET JA IKÄÄNTYMINEN**

Terveys ja hyvinvointi voidaan nykymaailmassa nähdä moniulotteisina haasteina, joiden ratkaisemiseen vaikuttavat oleellisesti elintasoerot ja vauraus. Toisaalla terveysongelmat aiheutuvat köyhyydestä ja vähävaraisuus aiheuttaa puutteita



niin terveyspalveluiden kuin ravinnonsaanninkin osalta. Vauriassa maissa sen sijaan perusedellytykset terveydelle ja hyvinvoinnille ovat paremmin saavutettavissa, mutta huonot elintavat yltäkyläisessä arjessa aiheuttavat terveysongelmia.

Koska yli puolet maailman sairaustapauksista voidaan liittää virheelliseen, joko liialliseen tai liian vähäiseen ravintoaineiden saantiin, on elintarvikesektorilla valtava vaikutus terveyteen ja hyvinvointiin. Jopa 30% maailman ihmisistä kärsii jonkinasteisesta virheravitsemuksesta <sup>33</sup>.

Aliravitsemus on suurin ongelma kehittyvissä maissa, joissa yhteiskunnan toimintarakenteet ja ruuantuotanto eivät riitä kattamaan väestön tarvitsemia ravintoresursseja. Yhdeksäsosa maailman väestöstä on aliravittuja ja yli puolet maailman vuotuisista lapsikuolemista liittyy jollain tavalla heikkoon ravintotilanteeseen <sup>33,34</sup>.

Samanaikaisesti elintasosairauksiin kuolee vuosittain 38 miljoonaa ihmistä, joista suurin osa alhaisen ja keskitasoisen tulotason maissa. Elintasosairauksiin luetaan kuuluvaksi muun muassa sydän- ja verisuonitaudit, syöpä, krooniset hengityssairaudet, diabetes ja mielenterveyden häiriöt. Näitä sairauksia edistäviä riskitekijöitä ovat epäterveelliset elämäntavat, kuten huonot ravintotottumukset, liikunnan vähäisyys sekä tupakanpolto ja alkoholin liikakäyttö.

### *30% maailman ihmisistä kärsii jonkinasteisesta virheravitsemuksesta.*

Maailman talousfoorumin mukaan elintasosairauksia voidaan pitää yhtenä suurimpana uhkakuvana hyvinvoinnille <sup>2</sup> ja lisäksi sairaudet aiheuttavat mittavia kuluja yhteiskunnalle. Esimerkiksi vuonna 2010 diabetes aiheutti maailmanlaajuisesti lähes 470 miljardin euron kulut ja ennustusten mukaan kulut nousevat vähintään 700 miljardiin euroon vuoteen 2030 mennessä <sup>35</sup>.

Suomessa tutkimus on osoittanut, että elintapamuutoksilla voidaan välttää diabeteksen puhkeaminen jopa 20%:lla riskiryhmiin kuuluvista ja näin ollen saavuttaa jopa yli puolen miljardin euron vuotuiset säästöt <sup>2</sup>. Koska



muutokset ravintotottumuksissa ovat tärkeässä asemassa elintasosairauksien ehkäisemisessä, voi ruokasektori tarjonnallaan vaikuttaa ratkaisevasti sairauksien syntyyn.

Elintapaan liittyvien terveyshaasteiden lisäksi väestön ikääntyminen, eli iäkkäiden ihmisten osuuden kasvaminen koko väestömäärään verrattuna, on maailmanlaajuisesti havaittava ilmiö, joka johtuu sekä alenevasta syntyvyydestä että jatkuvasti kasvavista eliniän odotteista.

Yli 60-vuotiaiden osuus maailman väestöstä kasvaa yli 3% vuodessa ja on ennustettu, että vuoteen 2050 mennessä kaikkialla maailmassa Afrikkaa lukuun ottamatta yli 60-vuotiaiden osuus nousee lähes 25%:iin väestöstä. Ikääntyvä väestö aiheuttaa haasteita yhteiskuntarakenteille, kun terveydenhuolto vaatii lisää resursseja ja samalla työikäisten osuus väestöstä laskee huomattavasti. Euroopassa on ennustettu vuonna 2050 olevan 27 valtiossa vain kaksi työikäistä asukasta kutakin yli 65-vuotiasta kohden <sup>26</sup>.

Ikääntymisen haasteet tulee huomioida myös ravinnontuotannossa, sillä ravitsemuksella on osoitettu olevan selkeä merkitys ikään liittyvien sairauksien ilmenemisessä. Toisaalta elintarviketeollisuuden tulee myös huomioida ikääntyvien spesifiset ravintosuosituksiset, jotka eroavat työikäiselle väestölle määritellyistä suosituksista.

Ikärakenteiden muuttumisen ja elintason nousun seurauksena teollistuneissa maissa noin 75% kaikista yli 65-vuotiaiden kuolemista liittyy nykyään sydän- ja verisuonisairauksiin tai syöpään, kun vastaava osuus vielä viimevuosisadan alussa oli vain 35% <sup>36</sup>.

# 4. Visio: Elintarviketalous 4.0

Tulevaisuuden ruuan valmistuksessa raaka-aineet käytetään paremmin hyödyksi, ja osa niistä tuotetaan vaihtoehtoisten tuotantotapojen avulla.

Kuluttajan aktiivisuus ruokavalinnoissa kasvaa digitaalisuuden voimaannuttamana, ja helppous on avaintekijä.

Yksilölliset ratkaisut ja palvelut vahvistavat ruuan roolia arvojen osoittamisessa, sekä terveyden ja elinvoimaisuuden tukemisessa.

Elintarviketalous 4.0 on ekosysteemi, joka uusin tavoin yhdistää perinteisiä ja uusia toimijoita loppukäyttäjään.

Biomateriaaliosaaminen, modulaariset prosessit, robotiikka ja digitaaliset teknologiat luovat uusia kansainvälisiä liiketoimintamahdollisuuksia, mutta kehittävät myös kotimaisen ruokatuotannon kilpailukykyä.

Kuten tämän julkaisun alussa mainittiin, käynnissä on ruokatuotannon neljäs vallankumous. Ruokatuotantoa koskevat muutosvoimat tulevat kolmelta taholta: 1) Maapallon rajallisten resurssien ja ruuan riittävyyden turvaamisesta, 2) Kuluttajien erilaistuvista tarpeista, joita kuitenkin yhdistää tarve terveelliseen, helppokäyttöiseen, turvalliseen ja mielihyvää tuottavaan syömiseen, sekä 3) Kehittyvien teknologioiden kuten tiedonsiirron ja läsnä-älyn vaikutuksista elinympäristöön ja ruokatuotantoon sekä ruuan jakeluun ja ostamiseen.

Bio-, kierto- ja digitalouksien ruokajärjestelmää kuvaamaan otimme käyttöön sanan Elintarviketalous 4.0, ja siihen liittyviä elementtejä on visualisoitu kuvassa 5. Sen lisäksi, että olemme siirtymässä teollisen internetin myötä kohti tehokkaampia prosesseja ja mas-satuotannosta kohti kuluttajakeskeisempää ja personoidumpaa ruuan ja sen tietosisällön tuottamista, kauppa ja ruokapalvelut ovat muuttumassa. Näihin yhdistyvät uudet raaka-aineet ja ruuantuotantoteknologiat, mikä luo pohjan uusien ekosysteemien synnylle. Tunnistettujen muutosajurien pohjalta tässä julkaisussa on määritelty kolme tiekarttaa kohti uutta elintarviketaloutta ja sen liiketoimintaekosysteemejä.



Kuva 5. Elintarviketalouden 4.0 elementit.

# 5. Kolme tiekarttaa uuteen elintarviketalouteen

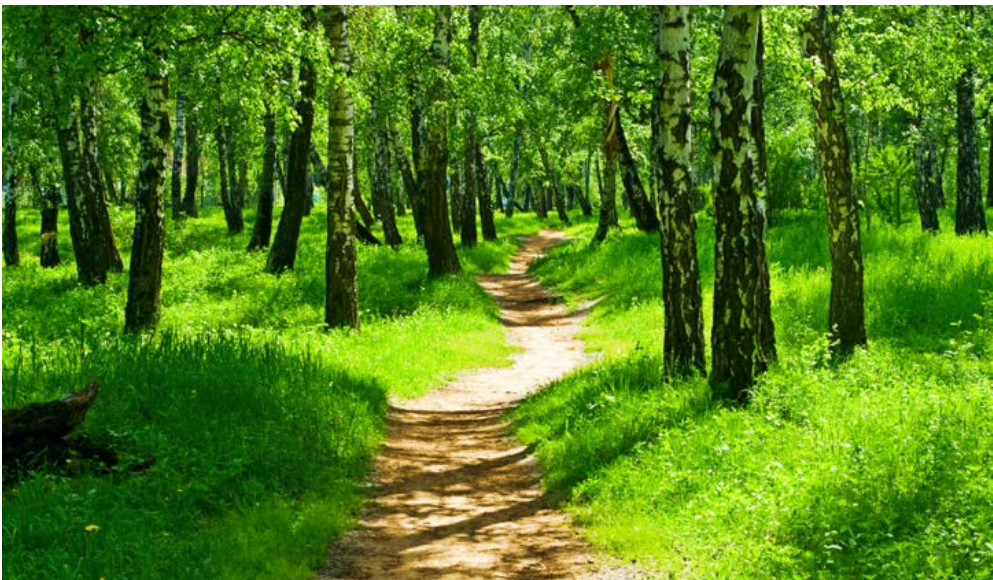
Elintarviketalous 4.0 -vision mukaisesti elintarvikeketju on muuttumassa verkostomaiseksi, kuluttajakeskeiseksi toimintaympäristöksi. Tätä uudistumista vievät eteenpäin digitalisaatio, uudet tuotanto- ja jakeluteknologiat sekä uudenlaiset palvelulliset liiketoimintamallit.

Murros on iso mahdollisuus uuden liiketoiminnan synnyttämiselle, mutta toisaalta uhka niille toimijoille, jotka jäävät kiinni vanhoihin tapoihin, toimintamalleihin ja rakenteisiin eivätkä reagoi ajoissa uuteen kilpailutilanteeseen. Murroksen hyödyntäminen kilpailukyisemmän ja kestävämmän ruokatuotannon edistämiseksi edellyttää ennakkoluulotonta ajattelumallien ja toimintatapojen muutosta.

Muutoksen edesauttamiseksi olemme tunnistanee yhteistyössä VTT:n monialaisen asiantuntijaryhmän sekä elintarviketoimialan yritysten edustajien kanssa kolme siirtymää edistävää muutospolkua:

1. Massatuotannosta yksilöllisiin ratkaisuihin
2. Keskittyneestä ketterään valmistukseen ja jakeluun
3. Horisontaalisesta vertikaaliseen ruuantuotantoon.

Jokaisen muutospolun osalta on tunnistettu ja määritelty tulevaisuuskuvat sekä muutoksen mahdollistajat ja muutoksen toteutumiseen tarvittavat kehitysaskleet. Muutosta on havainnollistettu myös konkreettisten tarinoiden avulla.



## MUUTOSPOLKU 1: Massatuotannosta yksilöllisiin ratkaisuihin

Kuluttajien yksilöllistyminen ja sen myötä segmentoituminen yhä pienemmiksi ryhmiksi tarpeidensa, arvojen ja odotustensa osalta on merkittävä elintarvikeketjua ohjaava trendi. Kuluttajat haluavat yhä enenevässä määrin terveellistä, turvallista, helppoa, paikallista sekä vastuullisesti ja kestävästi tuotettua ruokaa <sup>15</sup>.

Eriyisesti henkilökohtainen terveys ja hyvinvointi ovat voimakkaita elintarviketeollisuuden muutosajureita. Tämä haastaa yrityksiä muokkaamaan tuoteportfoliotaan kohti ravitsemukselliselta laadultaan parempia ja terveyttä edistäviä tuotteita.

Haasteelliseksi tuotekehityksen tekee se, että kuluttajat arvottavat eri tekijöitä eri tavoin ja haluavat enenevässä määrin juuri itselleen sopivia, heidän profiilinsa mukaan personoituja tuotteita. Vaikka tiedon määrä kasvaa jatkuvasti, tunneperäiset päätökset ohjaavat usein kuluttajien valintoja.

Kun perinteisessä elintarvikeketjussa kuluttaja on ollut viimeinen lenkki, joka hankkii ruuan siitä valikoimasta, mikä vähittäiskaupassa tai ravintolassa on tarjolla, Elintarviketaloudessa 4.0 kuluttaja on ruokatuotannon keskiössä ja pystyy valitsemaan omaa hyvinvointiaan ja eettistä arvopohjaansa tukevaa, yksilöllisesti räätälöityä ruokaa.

Uudessa elintarviketaloudessa yksilöllisiin ratkaisuihin kuuluvat myös arkea helpottavat toiminnot ja palvelut, joiden avulla kuluttajat voivat ylläpitää ja edistää syömisen ja ruokapalvelujen kautta henkistä ja fyysistä hyvinvointiaan.

Näihin näkemyksiin perustuen olemme nostaneet Muutospolussa 1: *"Massatuotannosta yksilöllisiin ratkaisuihin"* esiin kaksi teemaa: *Yksilöllisten tarpeiden mukaan räätälöidyt ruokatuotteet ja -palvelut lisäävät hyvinvointia sekä Älykäs ruokakauppa ja koti vähentävät hävikkiä ja helpottavat kuluttajan arkea* (Kuva 6).

### MUUTOKSEN MAHDOLLISTAJAT

Kuluttajat hakevat ruuasta nautintoa ja hyvää oloa

Ostokäyttäytymistä koskevaa tietoa olemassa

Verkkokauppa kasvaa

Tuotteista saatavilla kattavaa sisältötietoa

Tarjolla lukuisia ravintosisältö-laskureita

Mobiilimaksamisen käytännöt valmiimpia

IoT, automatisaatio arkipäiväistyvät

Mittaus-, anturi- ja sensoriteknologiat kehittyvät vauhdilla

### TARVITTAVIA MUUTOKSIA

Tiedon eri lähteistä kokoavien ja analyysoivien sovellusten kehitys

Tiedon omistusoikeuksien ja yksityisyydensuojan selkiytyminen

Uuden sukupolven ruoka-automaatit ja tuotantoteknologiat

Ruuankulutuksen on-line seurantateknologiat

Joustavien jakelulogistiikkajärjestelmien kehitys

Tilauksia koordinoivien kauppa-alustojen kehitys

Älypakkausten ja -jääkaappien kehitys

Tuotteiden seurantateknologian ja painettavan elektroniikan kehittyminen

### ELINTARVIKETA- TALOUS 4.0

YKSILÖLLISTEN TARPEIDEN MUKAAN RÄÄTÄLÖIDYT RUOKATUOTTEET JA PALVELUT LISÄÄVÄT HYVINVOINTIA

ÄLYKÄS RUOKAKAUPPA JA KOTI VÄHENTÄVÄT HÄVIKKIÄ JA HELPOTTAVAT KULUTTAJAN ARKEA

Kuva 6. Muutospolku 1: Massatuotannosta yksilöllisiin ratkaisuihin.

## Yksilöllisten tarpeiden mukaan räätälöidyt ruokatuotteet ja -palvelut lisäävät hyvinvointia

Yksilöllisen elintarviketuotannon keskeinen mahdollistaja on digitaalinen murros, joka tarjoaa sekä tuottajille että kuluttajille välineitä koota ja seurata tietoa yksilöiden kulutustottumuksista, elintarvikkeiden ravintosisällöistä ja elinkaaren ympäristövaikutuksista. Tämä murros on jo käynnissä, ja elintarvikealan toimijat hyödyntävät tällä hetkellä monin tavoin muun muassa kuluttajien ostovalintoja koskevia tietoja markkinoinnissaan <sup>37,38</sup>.

Hyödyntämisen mahdollisuudet räätälöidyssä ruokatuotannossa ovat kuitenkin pelkkää markkinointia laajemmalla. Koko ajan edullisemmiksi käyvät anturi- ja seurantateknologiat mahdollistavat entistä laajamittaisemman ruuan tuotantoa ja prosessointia koskevan tiedon tuotannon. Tästä tiedosta voi tulevaisuudessa tulla kokonaisvaltaisen ruokapalvelun tärkeä osatekijä.

Elintarvikkeita koskevan tiedon lisäksi digitaaliset palvelut mahdollistavat sen, että kuluttajat

voivat reaaliajassa seurata omaa käyttäytymistään ja hyvinvointiaan ja saada siitä palautetta. Eri lähteistä koottu tieto (esimerkiksi terveystieto ja ostohistoria) voidaan My Data -palveluissa yhdistää tiettyyn käyttäjäprofiiliin ja tarjota näin juuri kyseisen henkilön tarpeiden ja toiveiden mukaista ruokaa ja palveluja.

Elintarvikkeita koskevien tietojen yhdistäminen yksilöiden terveydentilaa ja energiankulutusta seuraaviin hyvinvointimittareihin tuo mahdollisuuden räätälöidä aterioita, jotka ovat pelkän ruuan sijaan kokonaisvaltaisia hyvinvointipalveluita. Tätä palvelullistumiskehitystä tukee se, että kuluttajat ovat jo tänä päivänä tottuneet käyttämään muun muassa verkkopohjaisia ruokien energialaskureita ja päivittäistä energiankulutusta mittaavia laitteita ateriasuunnittelunsa tukena.

Lisäksi aktiivisuutta seuraavien ja liikuntaan ohjaavien sovellusten käyttö on lisääntynyt voimakkaasti, mikä osaltaan lisää kuluttajien valmiutta uusille seurantasovelluksille. Elintarviketaloudessa 4.0 nähdäänkin, että uusien mobiilien mittaus- ja seurantasovellusten kautta

### Naposteluseuraaja

*Haluaisin syödä terveellisesti ja tiedän, millaista on terveellinen ruoka. Silti tunnen, että välillä on vaikeaa syödä sopivasti. Otan käyttöön aktiivisuusrannekkeeseeni liitettävän ”Naposteluseuraaja”-sovelluksen. Sovellus tunnistaa ja tallentaa syömiskerrat, syömisnopeuden, syömiseen kuluneen ajan ja paikan. Lisään halutessani, syömisestä yhteydessä, lisätietoa syömisestä (nälkä, suru, herkullisen ruuan tuoksu). Tieto syömistottumuksistani kerääntyy tietokantaan. Tietokannasta voin katsoa havainnollisia yhteenottoja siitä, kuinka usein olen syönyt, mihin aikaan päivästä useimmiten syön, onko eroa arkipäivien ja viikonloppujen välillä, kuinka pitkiä aterioita olen, onko minulla tapana napostella tietyissä tilanteissa tai onko minulla tapana syödä liian nopeasti. Näiden havaintojen pohjalta pystyn paremmin tunnistamaan ja korjaamaan oman*



*ruokailuni ongelmakohtia. Aktiivisuusrannekkeen kautta sovellus yhdistää syömistottumukseni tietoon päivittäisestä liikkumisesta. Sovellus kiinnittää huomiota mahdollisiin ongelmakohtiin ja antaa minulle vinkkejä niiden ratkaisemiseksi. Halutessani sovellus ohjaa minua myös arjessa antaen hälytyksiä esimerkiksi liian pitkistä aterioista tai muista havaituista ongelmakohtista.*

ruoka ja ravitsemus ovat tiiviimmin integroituja osaksi kuluttajien terveys- ja hyvinvointipalveluja sekä terveydenhuoltoa.

Terveydenhuoltojärjestelmien terveystietojen pohjalta kuluttajille räätälöidään myös ateriavaihtoehtoja ja tarjotaan sovelluksia hyvinvoinnin seurantaan. Tämä voisi tarjota ratkaisuja esimerkiksi ikääntyneiden kotona asumisen tukemiseen. Toisessa mallissa kuluttaja luovuttaa itse



### **Personoiva ruoka-automaatti**

*Tänään on taas kiireinen päivä töissä. Aamupäivän olen kokouksessa kaupungilla, iltapäiväksi pitää ehtiä takaisin toimistolle seuraavaan palaveriin. Lounas ravintolassa näyttää jäävän väliin. Ei huolta. Linja-autoasemalle on tullut uusi ruoka-automaatti, joka valmistaa valitsemani tuotteet tuoreina. Bussia odotellessani valitsen automaatista paikan päällä leivotun leivän kuitulisällä sekä juuri puristetun proteiinia sisältävän smoothien, joka näytti olevan muidenkin käyttäjien suosiossa. Lounaan väliin jääminen ei harmita nyt ollenkaan, saanhan tuoreen ja terveellisen evään bussimatkalle. Odotellessani ehdin tutustua myös automaatin muuhun valikoimaan. Huomaan, että vaihtoehdot ovat todella terveellisiä ja laadukkaita ja sopivat monenlaisiin tarpeisiin. Automaatissa on myös useita pienille lapsille soveltuvia vaihtoehtoja ja annoskokoja. Aionkin hyödyntää automaatin puurovaihtoehtoa, kun ensi kerralla lähdemme lasten kanssa junalla mummiltaan.*

kokoamaansa My Dataa ravitsemustietoiseen personal trainerille.

Toistaiseksi ravitsemuksen liittäminen osaksi aktiivisuusrannekkeiden kaltaisia sovelluksia ei ole yleistä, mutta asiaan liittyvä tutkimus ja tuotekehitys on aktiivista. Esimerkki tällaisesta on VTT:llä kehitteillä oleva ruokarytmiä seuraava sovellus, jonka tarkoituksena on ohjata yksilöitä kohti tasapainoisempia ruokailutottumuksia (tarina **Naposteluseuraaja**).

Kriittinen osa yksilöllisten ruokatuotteiden ja -palvelujen kehittämisessä ovat ruuan valmistusteknologiat. Elintarviketaloudessa 4.0 tuotanto perustuu massatuotannon sijasta laajamittaisen räätälöinnin mahdollistaviin teknologioihin ja prosesseihin. Näiden avulla tuotteiden ketterä muokkaus, valmistus ja jakelu sekä ruuanvalmistus vasta kulutuspaikalla yksilöllisten tarpeiden mukaan on mahdollista. Tämä vastaa kuluttajan tarpeeseen saada ruokatuotteet ja ateriat tuoreena, joustavasti ja edullisesti toimitettuna haluttuun pisteeseen.

Kuluttajan nautintahakuisuus ja tarve helpoihin ratkaisuihin ovatkin kriittisiä tekijöitä menestyksekkäitä yksilöllisiä ruokatuotteita ja -palveluja kehitettäessä. Esimerkkinä kuluttajarajapinnassa tapahtuvasta kustomoinnista on kulutuspaikalla yksilön tarpeiden mukaisesti valmistettavat tuotteet. Tällaisessa ratkaisussa yhdistyvät sekä älykäs käyttöliittymä, robotiikka että uudet elintarvikeingredientit (tarina **Personoiva ruoka-automaatti**).

### **Älykäs ruokakauppa ja koti vähentävät hävikkiä ja helpottavat kuluttajan arkea**

Yksilöllisen ruuan räätälöinnin ja joustavan jakelun lisäksi kuluttajaa helpottaa tulevaisuudessa myös automatisoitu elintarvikkeiden laadun seuranta. Esineiden ja asioiden internet (Internet of Things, IoT) ja älykkäät pakkaukset helpottavat kuluttajan arkea erityisesti kaupassa ja kotona.

Tulevaisuudessa kuluttajalla on reaaliaikainen tieto kodin ruokatilanteesta, mikä mahdollistaa esimerkiksi kauppalistojen automaattisen päivittämisen ja toisaalta hävikin vähentämisen, kun ruokamäärät ja säilyvyystiedot ovat koko ajan helposti saatavilla. Tätä edesauttaa käynnissä

oleva pakkaus-, sensori- ja kuvantamisteknologioiden kehitys.

Halpenevat sensori- ja anturitekniologiat sekä älypakkausten kehitys tuovat myös tuotteiden laatua valvovan älyjääkaapin osaksi kuluttajien arkea. Älyjääkaapista on puhuttu jo vuosia, mutta nyt teknologia alkaa olla siinä pisteessä, että visio on toteutumassa lähitulevaisuudessa. Verkkoon kytketty jääkaappi saattaa jopa automaattisesti tilata pilaantuneen maidon tilalle uutta. Pilaantumisen lisäksi anturitekniologian avulla voidaan myös kertoa, koska tuote on kypsää tai parhaimmillaan syötäväksi.

Kaupan osuus ja sen palvelujen kehittyminen on suuressa roolissa Elintarviketaloudessa 4.0. Verkkokaupan integraatio kodin kanssa ja kehittynyt logistiikka ja jakelu koteihin IoT:n ja palvelualueiden kautta mullistavat ruokakaupan. Tämän lisäksi kivijalkakauppojen palvelut yksilöllistyvät siten, että kuluttajaa ohjataan löytämään oman profiilinsa tai ostolistansa mukaiset tuotteet ja palvelut helposti.

Kuluttajan yksilöllisen palvelun lisäksi, IoT ja sensori- ja kuvantamistekniologia yhdistettyinä älypakkausoihin mahdollistavat myös kaupan toimintojen kehittämisen tuottavammaksi ja vähemmän jätettä synnyttäväksi. Digitaaliset ja älykkäät hintalaput yhdistettyinä tuotteiden säilyvyystietoihin ja jopa reaaliaikaiseen seurantaan tuotteen säilyvyydestä sensoritekniologialla mahdollistavat esimerkiksi kaupan hävikin minimoinnissa.

VTT:llä on kehitetty hyperspektrisen mobiililaitteen teknologiaa, joka muuntaa puhelimen kameran uudenlaiseksi optiseksi anturiksi. Tällä ratkaisulla kuluttaja voi tulevaisuudessa havaita kännykkänsä avulla poikkeamia ruuan laadussa (tarina **Hävikkisensori kotiin ja kauppaan**).

Uudet ruuanvalmistustekniologiat muuttavat osin myös sen mitä tuotteita ja palveluja kauppa tulevaisuudessa tarjoaa. Puolivalmisteisiin perustuva tuotteiden valmistus vasta kaupassa, kuluttajan tilauksen mukaan, on mahdollista älykkäiden, esimerkiksi robotiikkaa hyödyntävien valmistustekniikoiden ansiosta. Tämä mahdollistaa myös jätteen vähentämisen, kun tuotteita ei tehdä valmiiksi asti, vaan valmistus perustuu tarpeen mukaan hyvin säilyviin ingredientteihin.



## **Hävikkisensori kotiin ja kauppaan**

*Olen kuullut, että noin kolmasosa maailmassa tuotetusta ruoasta heitetään pois. Tämä tuntuu minusta kamalalta tuhlaukselta. Onneksi uusia teknologisia ratkaisuja on kehitetty auttamaan sekä kauppa että kuluttajaa vähentämään ruokajätteen määrää. Minulle on ollut hyötyä ruuan pilaantumista tarkkailevista sensoreista ja myös uudesta kännykkäkamerastani, joka uuden kuvantamistekniologian avulla tunnistaa tiettyjen tuotteiden tuoreuden. Sensorit ovat käytännössä pieniä ruokapakkauksen sisälle sijoitettuja tarroja, jotka pystyvät havainnoimaan tuotteen pilaumisprosessia mittaamalla siitä haihtuvia kaasuja. Olen hyödyntänyt sensoritarran keräämää tietoa ja kännykkäkameraani sekä kaupassa että kotona. Kaupassa tuotteen hinta määrittyy jäljellä olevan käyttöajan mukaan. Sensoritarran avulla käyttöajan lopun lähestyessä alennettu hinta päivittyy automaattisesti hyllynreunassa olevaan digitaaliseen hintalappuun. Saan siis vielä käyttökelpoiset, elinkaarensa loppupuolella olevat ruuat edulliseen hintaan ja autan vähentämään kaupan poisheitettävän ruuan määrää. Käytän sensoritarran keräämää tietoa myös kotona: luen jääkaapissani olevien tuotteiden sensoreita ja saan tietoa siitä, mitkä tuotteet olisi hyvä käyttää nopeasti pois.*



## MUUTOSPOLKU 2: Keskittyneestä ketterään valmistukseen ja jakeluun

Pitkät kuljetusmatkat aiheuttavat hävikkiä, jota lisää myös varastointi tukkuliikkeissä ja vähittäiskaupoissa sekä käsittely elintarviketeollisuudessa. USA:ssa tehdyn tutkimuksen mukaan ruoka matkustaa pellolta lautaselle keskimäärin 2400 kilometriä<sup>39</sup>.

Keskittyneessä ruokaketjussa tuottajat ovat monin tavoin riippuvaisia ruokaa elintarviketeollisuuteen ja kuluttajille jakelevista välikäsistä. Keskittyneelle ruokaketjulle on tyypillistä myös alkutuotannon, jalostuksen ja ruuan loppukäytön eriytyminen.

Uudessa Elintarviketaloudessa 4.0 verkkovälitteiset suorat kontaktit elintarviketietojen eri osapuolten välillä sekä joustavat ja jopa liikuttavat tuotantoyksiköt ja uudet elintarvikkeiden valmistusteknologiat mahdollistavat sekä tuottajille että kuluttajille monipuolisemman roolin ruuantuotannon arvoverkostossa.

Tärkeä tekijä tuotantoketjun ja jakelun muuttumisessa on siirtyminen massatuotannosta massakustomointiin. Näin voidaan vastata

kuluttajien yhä enemmän yksilöllistyviin tarpeisiin. Tämä edellyttää valmistavalta teollisuudelta ketterien modulaaristen prosessien kehittämistä.

Elintarviketaloudessa 4.0 kuluttajien arkea helpottavat ruuan jakelun ja saatavuuden lisäksi ruuan kulkua monitoroivat seurantatekniikat, joiden avulla kuluttaja voi varmistua siitä, että ruoka on turvallista syötäväksi, ja tullut sieltä mistä viestittykin. Elintarviketuotannon etäännyttä kuluttajasta kuluttajaluottamuksen merkitys on korostunut. Tämän vuoksi elintarviketietojen läpinäkyvyys ja vastuullisuuden osoittaminen nousevat merkittäviksi kilpailutekijöiksi.

Elintarviketietojen eri osapuolten välinen yhteistyö ja joustavuus sekä toisaalta massakustomoinnin ja robotisaation merkitys heijastuvat Muutospolun 2. ”Keskittyneestä ketterään valmistukseen ja jakeluun”, kantavissa teemoissa *Verkon yhdistämät toimijat ovat vahvempia kuin tuotantoketjun yksittäiset osat sekä Automaatio ja uudet valmistusteknologiat tuovat elintarvikkeiden valmistuksen lähelle kuluttajaa* (Kuva 7).

### MUUTOKSEN MAHDOLLISTAJAT

Digitaalisten teknologioiden ja älylaitteiden lisääntynyt käyttö koko ketjussa

Robottiikan ja automaation hyödyntäminen lisääntyy teollisuudessa

IoT-sovellukset lisääntyvät vauhdilla

Kuluttajien kasvava kiinnostus olla osana ruuantuotantoa ja jakeluketjuja

Kasvava vaatimus tuotannon läpinäkyvyydelle kuluttajien suunnalta

Alkutuotannossa tarve lisätä kannattavuutta

### TARVITTAVIA MUUTOKSIA

Tuottajan ja kuluttajan välisten tuotanto- ja kauppa-alustojen kehittyminen

Hajautettujen ja modulaaristen prosessien kehittyminen

Raaka-aineiden ja tuotehistorian seurantateknologian kehittyminen

Logistiikan kehittyminen uudessa tuotanto- ja jakelusysteemissä

Pilvipalveluiden ja tiedon analyysitekniologioiden ja palvelujen kehittäminen

Robotisoituun ruuanvalmistukseen liittyvän kuluttajaymmärryksen lisääminen

Paikanpäällä räätälöidysti valmistetun ruokatuotannon ja pakkaus-tekniologioiden kehitys

### ELINTARVIKE- TALOUS 4.0

VERKON  
YHDISTÄMÄT  
TOIMIJAT OVAT  
VAHVEMPIA KUIN  
TUOTANTO-  
KETJUN  
YKSITTÄISET  
OSAT

AUTOMAATIO  
JA UUDET  
VALMISTUS-  
TEKNOLOGIAT  
TUOVAT ELIN-  
TARVIKKEIDEN  
VALMISTUKSEN  
LÄHELLE  
KULUTTAJAA

Kuva 7. Muutospolku 2: Keskittyneestä ketterään valmistukseen ja jakeluun.

## Verkon yhdistämät toimijat ovat vahvempia kuin tuotantoketjun yksittäiset osat

Kuten yksilöllisten elintarvikkeiden tuotannossa, myös hajautettujen ratkaisujen kohdalla keskeisenä muutoksen ajurina toimii digitalisaatio. Verkkoalustat tarjoavat yhteistyökanavan ja kauppapaikan tuottajille, jotka voivat valmistaa suoraan tilauksesta vaihtelevia eriä joko loppukulutuksen tai elintarviketeollisuuden tarpeisiin. Verkkofoorumeilla on myös mahdollisuus kerätä pieniltä hajautuneilta tuottajilta täsmäerä raaka-aineita tai puolijalosteita markkinoille <sup>40</sup>.

Perinteisten torimarkkinoiden sijasta Elin-  
tarviketaloudessa 4.0 verkkopohjaiset ratkaisut  
synnyttävät uudenlaisia torimalleja, joissa pien-  
tuottajat voivat saada yhteyden isompaan  
kuluttajajoukkoon. Tämä nähdään erityisen  
hyödyllisenä erikoistuotteiden, kuten gluteenit-  
tomien ja luomutuotteiden osalta. Vuorovaikutus  
kasvattaa myös tuottajien ymmärrystä kuluttajien  
tarpeista sekä tekee mahdolliseksi personoitu-  
jen vaihtoehtojen kehittämisen.

Elin-  
tarviketaloudessa 4.0 tuottaja on siis  
digitaalisten viestintäkanavien avulla lähellä kulut-  
taja. Vuorovaikutteiset kuluttajien, tuottajien ja

## Tuotteiden jäljitettävyys ja käyttökelpoisuus helpottuvat

*Työskentelen pienpanimossa pullottajana. Yrityksessäni on otettu käyttöön uudet älykoodit, jotka lisätään pulloihin etiketin mukana pullotuksen jälkeen. Aina ennen uuden erän pullotuksen aloitusta haen koneelta tiedot juoman raaka-aineista, mahdollisesta viljelypaikasta sekä juoman valmistustavasta. Merkitseen myös itseni kyseisen tuotteen pullottajaksi. Kukin pullo sisältää uniikin koodin. Koodien painamisessa käytetään toiminnallisia painovärejä, painetut koodit muuttuvat esimerkiksi tietyn lämpötilan tai ajan vaikutuksesta. Koodit voivat siis kertoa valmistustiedon lisäksi kuluttajalle, milloin juoma on sopivan lämpöistä nautittavaksi ja ettei parasta ennen -päiväystä ole vielä ohitettu. Kuluttaja saa mobiililaitteeseensa tiedon myös siitä, millä tavoin pakkaus tulee kierrättää käytön jälkeen. Kuluttajan lisäksi tästä uudesta teknologiasta hyötyy myös muut yhteistyökumppanimme, elintarviketietokannan jäsenet. Esimerkiksi kauppias voi koodin lukemalla varmistua kaupan tulevien tuotteiden alkuperästä ja oikeanlaisista kuljetusolosuhteista. Lisäksi kauppias voi koodin avulla muuttaa tuotteiden hinnoittelua esimerkiksi viimeisen käyttöpäivän lähestyessä, ilman alennustarrojen liimailua tuotteisiin. Olemme saaneet tämän uuden teknologian käytöstä paljon*



*hyötyjä, sillä tämä lähentää meitä entisestään  
muihin elintarviketietokannan toimijoihin mutta myös  
kuluttajiin. Olemme saaneet runsaasti palautetta  
esimerkiksi kausimauista, kun kuluttajat aktiivi-  
sesti kertovat meille mielipiteensä raaka-aineet ja  
valmistustavan nähdessään. Lisäksi he arvosta-  
vat sitä, että käytämme ainoastaan suomalaisia  
raaka-aineita, ja erityistä kiitosta saamme, kun  
he tunnistavat raaka-aineen tulleen lähiviljelijältä.  
Sain myös eilen viestin ystävältäni, että hän naut-  
tii juuri pullottamaani juomaa.*

valmistavan teollisuuden väliset verkostot lisäävät ruokatuotannon läpinäkyvyyttä ja vastaavat osaltaan ruokatuotannon keskittymisestä johtuvaan huoleen tuotannon turvallisuudesta ja etiikasta.

Jo nyt erilaisten tuottajia ja kuluttajia yhdistävien ruokapiirien suosio on kasvussa. Tulevaisuudessa tuottajien ja kuluttajien väliset yhteisöt ovat entistä merkittävämpi kulutusvalintoja ohjaava tekijä. Vuorovaikutuksen tuottama läpinäkyvyys tekee mahdolliseksi tuotteistaa uudella tavalla raaka-aineiden koko tuotantoketjuun liittyviä aineettomia arvoja, kuten tuotannon ekologisuuteen tai eettisyyteen liittyviä ratkaisuja.

Verkkoalustat edistävät myös tuottajien välistä yhteistyötä ja voivat synnyttää niin sanottuja virtuaaliosuuskuntia, jotka tarjoavat tuottajille joustavuutta ja mahdollistavat tuotantovarmuuden parantamisen. Täsmälleen tilausten mukaan käynnistyvä tuotanto vähentää varastoinnista koituvaa hävikkiä ja epävarmuutta tuotteiden menekistä.

Toimiakseen joustava hajautettu tuotanto edellyttää tuottajilta aktiivista läsnäoloa verkossa. Tätä vaatimusta helpottaa alkutuotannon anturi- ja seurantateknologioiden kehittyminen ja maatilojen digitalisoituminen <sup>41</sup>.

Maatiloilla pystytään yhä tarkemmin seuraamaan ja analysoimaan tuotannon eri vaiheita ja esimerkiksi tarvittavia lannoite- ja kasvinsuojeluainemääriä. Tämä edistää maanviljelyn siirtymää kohti kestäväen kehityksen mukaisia tuotantotapoja, kun turhia ravinnevuotoja tai kemikaaleja ei pääse ympäristöön.

Älypakkaukset ja jakeluketjun IoT ovat avainasemassa raaka-aine-erien ja lopputuotteiden ohjauksessa ja laadun tarkkailun automatisoinnissa. Esimerkkinä raaka-aineiden seuranta, jakeluketjun tehostamista sekä turvallisten kuljetusolosuhteiden varmistamista edesauttavasta teknologiasta ovat muun muassa havainnollistetut painettua älyä hyödyntävät ratkaisut, joita parhaillaan kehitellään VTT:llä EU:n rahoittamassa TagtSmart-hankkeessa (tarina **Tuotteiden jäljitettävyys ja käyttökelpoisuus helpottuvat**). Teknologia perustuu ajan, lämpötilan tai muun muuttujan mukaan väriään vaihtavaan painoväriin, joka mahdollistaa erilaisten laatutekijöiden seurantajärjestelmien kehittämisen.

Joustava hajautettu tuotanto vaatii digitaalisten ratkaisujen lisäksi myös modulaaristen, osin myös siirreltävien tuotantoyksiköiden kehittämistä. Siirreltävien prosessiyksiköiden avulla alkutuottajat ja tuottajaverkostot voivat nostaa tuotantovarmuutta ja jalostusastetta ja lisätä sitä kautta tuotannon kannattavuutta sekä riippumattomuutta muun muassa raaka-ainehintojen tai säätilojen vaihtelusta.

## Automaatio ja uudet valmistusteknologiat tuovat elintarvikkeiden valmistuksen lähelle kuluttajaa

Ketterän ja osin hajautetun tuotannon kulmakiivenä on viedä tuotanto mahdollisimman lähelle loppukäyttöö. Uudessa elintarviketaloudessa ruuan valmistus kuluttajalle tapahtuu entistä useammin tilauksesta suoraan ostopaikalla.

Laajamittaisesti räätälöidyt tuotteet tulee valmistaa yhtä kustannustehokkaasti kuin mihin nykyisellä massatuotannolla kyetään. Tämä ei ole mahdollista nykyisillä tuotantoprosesseilla, vaan edellyttää uudenlaista automaattisten tuotantolaitteiden, valmistusteknologioiden, robotiikan ja Big Datan yhdistämistä älykkääksi ja ketteräksi tuotantojärjestelmäksi, joka on yhteydessä loppukelijaan tai jopa suoraan kuluttajaan <sup>42</sup>.

Prosessiteollisuuden muutoksen lisäksi yksilöllisten palvelujen kehitystä edistää uusien raaka-aineiden sekä ruokaa tilauksesta kuluttajien toiveiden mukaan valmistavien uuden sukupolven ruoka- ja ateria-automaattien kehitys. Leipäähän saa jo tuoreena ruokakaupasta, mutta tulevaisuudessa elintarvikekauppa voi muuttua merkittävämmän esinshylyistä tuotantoyksiköksi. Automaattien kykyä tuottaa räätälöityjä annoksia edesauttaa käynnissä oleva palvelurobotiikan kehitys sekä lisäävään valmistukseen perustuva 3D-tulostus, joka on jo tällä hetkellä monella tavalla mullistanut valmistavan teollisuuden tuotantoympäristöä (tarina **Ruuan 3D-tulostus**).

Valmistusteknologia yhdistettynä älykkääseen käyttöliittymään sekä kuluttajan että palveluntarjoajan suuntaan muokkaavat tulevaisuudessa myös tapoja, joilla elintarvikkeiden tuotanto organisoidaan sekä elintarviketeollisuudessa että kodeissa. Kuten jo mainittu *Muutospolussa 1*, jatkossa kuluttajan on mahdollista saada automaateista

toiveidensa ja tarpeidensa mukaan räätälöityä ruokaa esimerkiksi työpaikoilta, kauppakeskuksesta, liikuntapaikoilta tai lentoasemilta (kuten aiemmin tarinassa *Personoiva ruoka-automaatti*).

Ketterä ja osin hajautettu ruuantuotanto, tässä tapauksessa myös tuotteiden valmistus, tarvitsee tuekseen toimivan logistiikkajärjestelmän. Myös tällaisen kehittämisessä digitalisaatiolla, ja erityisesti logistiikkapalveluja kokoavilla ja välittävillä palvelualustojen tuottajilla on keskeinen rooli.

Olennainen osa joustavaa ja osin hajautettua ruokatuohtantoa on toimiva logistiikkajärjestelmä. Raaka-aineiden ja ingredienttien on kuljettava edullisesti ja luotettavasti tuottajien välillä, ja lopputuotteet toimitetaan nykyistä enemmän vähittäiskaupan sijaan tuoreena suoraan kotiin, työpaikalle tai kulkureitin varrelle.

Tällä hetkellä pullonkaulana suorassa tuottajan tai valmistajan teollisuuden ja kuluttajan välillä tapahtuvassa liiketoiminnassa on ketterän logistiikan puute. Tämä johtuu perinteisen

elintarvikeketjun suppilomaisesta rakenteesta ja logistiikan pohjaamisesta ketjumalliin.

Tulevaisuudessa jakelu saattaa perustua joukkoistettuun kotiinkuljetukseen, ruuan jakeluun Uberin tai muun vastaavan toimijan välityksellä, tai hajautettuihin, tilauksesta toimiviin palvelupisteisiin tai palveluautomaatteihin. Myös tässä kehityksessä digitaalisten palvelualustojen syntyminen ja mobiilimaksamisen kehittyminen ovat olennaisen tärkeitä.

Jakamiseen perustuva logistiikkajärjestelmä mahdollistaa olemassa olevien kuljetusketjujen kapasiteetin täyden hyödyntämisen, ja pienten tuottajien erät voivat liikkua suurempien matkassa myös hankalampien yhteyksien päähän. Tällä hetkellä ColaLife muun muassa on kuljettanut oman kattavan jakeluketjunsä kautta lääkkeitä ja ravintoa hankalien yhteyksien päähän Afrikassa. Kuljetusjärjestelmän automatisoituminen tulee myös muuttamaan lähitulevaisuudessa raaka-aineiden jakelun tapoja.

## Ruuan 3D-tulostus

Tänään pääsen kokeilemaan uutta kodinkonnettamme, pöytämallista 3D-ruokatulostinta. Verkkokaupoissa on nykyään saatavilla melko monipuolinen valikoima erilaisia 3D-tulostimeen soveltuvia raaka-aineita. Olen ajatellut aloittaa laitteen kokeilun valmistamalla nimikkokeksit tyttäreni kaverisynttäreille. Sain eilen keksien valmistamiseen tarvittavat raaka-aineet kotiin kuljetettuna, kaikki kätevästi yhdessä pakkauksessa. Konseptiin liittyy myös mobiilisovellus, josta saan muun muassa tietoa raaka-aineista ja logistiikkaketjusta aina tuotannosta meille kotiin saakka sekä runsaasti ideoita ja ohjeita ruokien tulostamiseen. Sovellus havainnollisti minulle selkeästi eri raaka-aineiden alkuperän ja huomasi esimerkiksi marjamassan olevan peräisin appiukoni naapurista. Sain myös paljon ideoita muiden 3D-tulostinta jo käyttäneiden saavutuksista, aivan upeita mahdollisuuksia niin arkeen kuin juhlaan!



Lisäksi laitteen huolto toimii sovelluksen kautta etänä, huoltoyhtiö saa yhteyden tulostimeen ja voi tarkkailla laitteen tilaa ja ehdottaa huoltoja ja päivityksiä sopivin väliajoin. Piirsimme tyttäreni kanssa eilen haluamamme keksit sovelluksen avulla. Nyt on aika painaa 'Start'!

## MUUTOSPOLKU 3: Horisontaalisesta vertikaaliseen ruuantuotantoon

Ympäristöriisin seurauksena nykyisen ruuantuotannon on muututtava. Toistaiseksi lihansyönti kasvaa Suomessa edelleen, mutta etenkin globaalisti ruuantuotannossa on tulevaisuudessa nähtävissä iso murros kohti kasvispainotteisempaa ravitsemusta. Vastuullisuus ja lainsäädäntö ohjaavat elintarvikeketjua kehittymään kohti luontoa säästäviä, mutta samalla riittävästi ravintoa tuottavia ruuantuotanto ja -valmistusprosesseja.

Myös kuluttajan kiinnostus kestävästi ja eettisesti tuotettuihin ruokiin on kasvussa. Ekologisten ruuantuotantomenetelmien kehitys perustuu tällä hetkellä pitkälti siihen, että eläinperäiselle raaka-aineelle, erityisesti karjalihalle, etsitään kestävämpiä kasvisvaihtoehtoja. Kasviproteiinien kysyntä on myös kasvanut voimakkaasti viimeisten parin vuoden aikana.

Sekä S-ryhmä että Kesko ovat todenneet, että kasvispohjaisia ruokavaihtoehtoja, kuten kaurapohjaista Nyhtökauraa ja härkäpapuihin perustuvaa Härkistä ostetaan koko ajan

enemmän. S-ryhmä arvioi, että Härkis on muun muassa ohittanut vuoden 2016 aikana myynnissä broilerin paistisuikaleet <sup>43</sup>.

Kasvisvaihtoehtojen lisäksi uudet ruuantuotantoteknologiat, hyönteistalous ja ruuan biotekninen tuotanto ovat nousevia teemoja tulevaisuuden elintarvike- ja aineita tutkittaessa. Nämä mahdollistavat ruuan tuottamisen siirtämisen horisontaalisista, paljon maapinta-alaa vaativista tuotantoteknologioista, vertikaalisiin, tehdasmaisiin ratkaisuihin, joissa ravinteiden hyötysuhde ruuan tuottamisessa on huomattavasti parempi, erityisesti lihantuotantoon verrattaessa.

Toinen tulevaisuuden elintarviketalouden toimintaympäristöä määrittävä trendi on voimistuva kaupungistuminen ja ihmisten muutto kiihtyvällä vauhdilla urbaaneihin ympäristöihin. Kaupunkiviljelyn ja kaupunkiympäristössä tapahtuvan ruuan tuotannon teknologioiden ja toimintamallien kehitys kulkee käsi kädessä kaupungistumisen kanssa.



Kuva 8. MUUTOSPOLKU 3: Horisontaalisesta vertikaaliseen ruuantuotantoon.

Esimerkiksi hyönteistuotanto ja biotekninen ruuantuotanto on mahdollista toteuttaa myös kaupunkiympäristössä. Uudessa Elin-  
tarviketaloudessa ruokatuotanto tapahtuukin myös entistä lähempänä kaupungeissa asuvia kuluttajia, pelloista riippumattomien tuotantoteknologioiden avulla.

Kolmannessa Muutospolussa ”Horizontaaliseen vertikaaliseen ruuantuotantoon” korostuvat erityisesti uudet, pieneen tilaan soveltuvat ruuantuotantoteknologiat ja -ratkaisut, joissa korkeat hyötysuhteet ja hävikittömyys ovat tärkeässä roolissa. Muutospolun teemat ovatkin *Pienessä tilassa tuotetaan tehokkaasti ja tehtaanomaisesti ruokaketjuun raaka-aineita sekä Ruuantuotanto ja -valmistus tapahtuvat ilman hävikkiä suljetuissa arververkoissa* (Kuva 8).

### **Pienessä tilassa uusia ruokaraaka-aineita tehokkaasti**

Urbaani ruokatuotanto saattaa kuulostaa harvaan asutussa Suomessa futuristiselta näkymältä. Vaihtoehtoiset vertikaaliset tuotantoteknologiat ovat kuitenkin jo pikkuhiljaa haastamassa totutun ajattelun ruuan alkutuotannosta. Elin-  
tarviketaloudessa 4.0 ruuan tuotanto rakentuu osin uusille vaihtoehtoisille teknologioille, jotka mahdollistavat teollisen mittakaavan elintarviketuotannon kaupungeissa sekä turvallisen ruokatuotannon vuoden ympäri ympäristöä kuormittamatta.

Kaupunkiviljelyyn liitetään usein mielikuva harrastuksena tapahtuvasta parveke- tai puistoviljelystä. Osa menetelmistä perustuu suljettuun kiertovesijärjestelmään nojaavan kerrosviljelyn kaltaisiin viljelyteknologioihin, kuten aquaponics ja hydroponics. Näiden tarkoituksena on tuottaa kasveja veden tai ilman kautta syötettävän ravintokierron kautta, ilman maa-ainesta.

Vertikaaliseen kaupunkiympäristöön sopivaan ruuan tai ruokaraaka-aineiden tuotantotapoihin kuuluvat myös hyönteiskasvatukseen perustuva ravinto- ja proteiinintuotanto sekä bioreaktoreissa tuotetut soluviljelmät, jotka voivat ravintoainekomponenttien lisäksi tuottaa ruuanvalmistuksessa hyödynnettäviä apuaineita tai hivenaineita.

Hyönteiset tarjoavat kestävän vaihtoehdon ruuantuotantoon turvaamiseen ja kasvavan eläinproteiinin tarpeen tyydyttämiseen<sup>44</sup>.



Hyönteistuotanto on ekologista, ja hyönteiset tarvitsevat vähän tilaa ja ovat ravinnon suhteen vaatimattomia. On laskettu, että hyönteisten kasvatusta tuottaa vähemmän kasviuonekaasuja ja kuluttaa vähemmän vettä kuin perinteisten tuotantoeläinten tuottaminen, eikä ole isompien tuotantoeläinten tapaan sidottuna maapinta-alaan<sup>45,46</sup>. Esimerkiksi kotisirkan rehutehokkuus on arviolta viisinkertainen sikaan nähden<sup>47</sup>.

Siirryttäessä vielä yksinkertaisempiin eliöihin mikrobiperäinen ja soluviljelyyn perustuva biotekninen ruuantuotanto nähdään tulevaisuudessa tärkeänä osana kestävästä Elin-  
tarviketaloudesta 4.0. Teollisen biotekniikan ja synteettisen biologian kehityksen ansiosta mahdollisuudet myös ruuan ja elintarvikekomponenttien biotekniseen tuottamiseen enenevissä määrin alkavat olla realistisia<sup>48</sup>.

Bioteknologiaa on toki hyödynnetty jo elintarviketuotannossa erityisesti kasvijalostuksessa parantamaan muun muassa kasvien ravintoaine- ja kasvitautiominaisuuksia. Alkutuotannon lisäksi bioteknisestä ruuantuotannosta konkreettisia esimerkkejä ovat jo markkinoilla oleva lihaproteiinille kehitetty vaihtoehto Quorn mykoproteiini<sup>TM</sup>, vitamiinit, kuten karotenoidit, sekä ruuantuotannon ja juomateollisuuden apuvälineinä käytettävät entsyymit ja hiivat.

Kaupallisten esimerkkien lisäksi tutkimusvaiheessa ovat muun muassa keinolihan tuottaminen bioteknisesti<sup>44</sup> ja mikrolevien valjastaminen ruuantuottamiseen<sup>49,50</sup>. Myös kanamunan korvaamiseen *in vitro*-teknologioilla etsitään ratkaisuja, ja parhaillaan VTT ja Lappeenrannan teknillinen yliopisto tutkivat Suomen Akatemian



rahoittamassa hankkeessa onko mahdollista tuottaa ruokaa jopa ilmasta ja sähköstä.

Kasvualustojen kehitys biotekniseen ruuantuotantoon on kriittistä, kun mietitään teollisen biotekniikan hyödyntämistä massaruuantuotannossa. Elintarviketaloudessa 4.0 ravinnerikkaat sivuvirrat ja kestävästi tuotetut raaka-aineet käytetään rehuina (kasvualustoina) mikrobeille, jotka tuottavat raaka-aineista haluttuja arvokomponentteja. Bioteknologian kehityksestä huolimatta tutkimuksella on vielä paljon ratkaistavaa, jotta esimerkiksi keinolihan tai mikroleviin perustuva proteiinin tuotanto olisi teollisesti mahdollista tai järkevää<sup>49,50</sup>.

Tulevaisuuden ruuantuotanto voi tarkoittaa myös kotiloissa täysin uudenlaisia bioteknologiaan pohjaavia ratkaisuja. Esimerkiksi VTT:llä on kehitetty markkinoille kotikäyttöistä bioreaktoria, jolla voi kasvattaa marjoja tai kasveja nopeasti ja tehokkaasti. Tämä VTT:n konsepti

on kotitalouskäyttöön suunniteltu laite, jolla voi kasvattaa lähes mitä tahansa luonnon marjaa tai kasvia.

Konseptin idea perustuu erilaistumattomien solujen kasvattamiseen kokonaisen kasvin sijasta. Lopputuotteen on todettu sisältävän samoja terveyden kannalta tärkeitä yhdisteitä kuin luonnossakin kasvanut kasvi tai marja, ja esimerkiksi lakkasoluviljelmän ravintoarvot ovat samankaltaisia tai jopa parempia kuin itse marjassa (ks. tarina alla).

Uudet vaihtoehtoiset ruuantuotantoteknologiat, jotka käyttävät raaka-aineet hyvällä hyötysuhteella ruuaksi, voivat tarjota tulevaisuudessa ratkaisuja myös kriisi- ja nälänhätäalueille. Yhdistettynä modulaariin ja hajautettuihin prosessiratkaisuihin esimerkiksi mikrobien hyödyntäminen proteiinin tuotannossa voi mahdollistaa ravinnon tuottamisen paikoissa, joista ruuasta on pulaa luonnon tai muista olosuhteista johtuen.

## Kotikäyttöinen bioreaktori

*Perjantapäiväni Hongkongin toimistolla alkaa täydellisesti - tiedän, että saan tuoreen lakkasmothien aamiaiseksi, mikä vähentää hiukan ikävää koti-Suomeen. Tänään nimittäin valmistuu uusi erä lakkasoluja, joista voin valmistaa ravintoainepitoisen aamiaisen itselleni. Paikalliset työtoverini täällä ovat minuakin tyytyväisempiä uuteen tuoresmoothieautomaattiin työpaikan ruokalassa, he kun voivat vain haaveilla metsästä poimituista marjoista. Lakkasmothie on virkistävän ajatuksen lisäksi myös ravinteikas, sillä se sisältää paljon proteiinia ja kuitua, jolla jaksan varmasti aamupäivän kokoukset lounastaukoon asti. Työnantajani on myös tiedottanut kaikkia työntekijöitä, että tämä uusi ruokakonsepti on osa yrityksen kestävästä kehityksen strategiaa, ja se esimerkinomaisesti kertoo miten uudet vaihtoehtoiset ja ekologiset ruuantuotantoteknologiat voivat oikeasti olla osa arkipäiväämme. En malttaisi millään odottaa ensi viikolla valmistuvia mustikkasoluja.*



## Ruuantuotantoa ilman hävikkiä suljetuissa arvoverkkoissa

Suljettujen arvoverkkojen merkitys ruuantuotannossa korostuu hävikin vähentämisen ja resurssitehokkuuden tavoittelussa. Kiertotaloutta painotetaan tänä päivänä useilla liiketoiminta-alueilla ja uudet teknologiainnovaatiot ja -ratkaisut ovat avainasemassa tuotannossa ja taloudessa. Uudet toimintamallit, kuten älykkäät energiaratkaisut, edistykselliset prosessit jätevirtojen minimoimiseksi ja sivuvirtojen jatkojalostus, mahdollistavat kiertotalouden toteutumisen niin ruuantuotannossa kuin muillakin tuotantosektoreilla.

Sitran julkaisema ”Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016–2025” kuvaa konkreettisia toimia ja toimialoja, joilta vaaditaan kasvua ja investointeja kannattavan kiertotalouden saavuttamiseksi Suomessa<sup>51</sup>. Sitran tiekartan tavoitteena on nostaa Suomi globaalisti kiertotalouden kärkimaaksi vuoteen 2025 mennessä ja tähän tavoitteeseen tähtäävät painopistealueet ovat kestävä ruokajärjestelmä, metsäperäiset kierrot, tekniset kierrot, liikkuminen ja logistiikka sekä yhteiset toimenpiteet.

Kiertotaloustavoitteiden saavuttamisessa nähdään oleellisena, että kaikki sidosryhmät yhdessä sitoutuvat painopistealueiden soveltamiseen omassa toiminnassaan, mikä samalla edesauttaa teollisuuden kilpailukyvyyn vahvistamista ja uusien työpaikkojen ja kestäväen kasvun syntyä.

VTT:n Kiertotalous-raportissa on esitetty materiaalien kierron tehostamiseksi ja jätemäärän minimoimiseksi ratkaisuja<sup>52</sup>, jotka yhdistyvät myös Elintarviketalous 4.0:n painottamiin teemoihin. Kulutustuotteiden myynnin muuttuminen palvelujen tarjontaan, ruokahävikin pienentäminen ruokaketjun uusien toimintatapojen ansiosta, digitalisaation hyödyntäminen kierrätyskonseptien kehittämisessä, 3D-tulostuksen tuotantoa tehostava vaikutus ja uudistuvat, luontoa säästävämät liikkumis- ja kuljetusmuodot ovat konkreettisia kiertotalouskonseptin mahdollistavia tekijöitä<sup>52</sup>.

Integroidun ruokajärjestelmän painopisteinä tulevaisuuden elintarviketaloudessa ovat ravinteiden, veden ja energian tehokas kierto



ja jätteettömät prosessit, jotka mahdollistuvat eri toimialojen yhteistyöllä. Nämä osin suljetut arvoverkostot luovat uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Elintarviketaloudessa 4.0 tuotantoyksiköt ovat biotehtaita, jotka pää- ja sivuvirtoja tuottavien prosessiyksiköiden sijasta perustuvat suljettuihin raaka-ainekiertoihin: elintarvikkeiden lisäksi, tuotetaan energiaa, lannoitteita, rehua, kaasua, polttoaineita, teollisuudelle raaka-aineita.

Esimerkkinä integroidusta ekosysteemistä on aquaponics-menetelmään perustuva symbioottinen kalan ja vihannesten kasvatusta, jota on Suomessa pilotoitu Sybimar-yrityksen toimesta. Kalankasvattamon vettä kierrätetään ja puhdistetaan vertikaalisen kasvihuoneen kautta takaisin kaloille. Myös energiantuotannon hiilidioksidipäästöt voidaan käsitellä kasvien fotosynteesin kautta, ja muodostuvat biojätteet voidaan hyödyntää energiantuotannossa - toisen jäte on toisen ravinne.

Myös lähellä kuluttajaa tapahtuva ruokatuotanto vähentää merkittävästi ruokaketjussa syntyvää hävikkiä. Vertikaalisen viljelyn avulla tuoretuotteita voidaan muun muassa kasvattaa vähittäiskaupan tiloissa, ja tuotteiden pakkauskojoja voidaan helpommin räätälöidä. Urbaani ruokatuotanto mahdollistaa myös uudenlaisen kortteliruokatuotannon tai jopa korttelikiertotalouden toteuttamisen. Jälkimmäiseen kuuluu olennaisena osana orgaanisten jätteiden ravinteiden jatkojalostaminen paikallisesti ruuantuotannon tarpeisiin.

Sivuvirtojen jatkojalostuksessa ja kierrätyksessä on jo otettu harppauksia oikeaan suuntaan, ja esimerkiksi St1 käyttää Etelä-Suomessa jätetaikinaa bioetanolin tuotantoon. Neste Oyj:n



NextBTL-dieselissä käytetään teurastamojen eläinrasvajätettä.

Hävikin vähentäminen Elintarviketaloudessa 4.0 perustuu vahvasti raaka-aineen maksimaaliseen hyödyntämiseen, minkä vuoksi nykyiset tuotanto- ja valmistusprosessit pitää suunnitella



## Älykäs prosessi

*Tänään on erityisen mielenkiintoinen työpäivä. Viljamylyssämme otetaan käyttöön uusi prosessihalli, joka sisältää uusia laitteita raaka-aineen käsittelyyn ja älykkääseen varastointiin. Pääsen itse koeajamaan uutta mylyä, joka kuorii jyvät eri tavalla kuin aiemmin. Tutkimusjohtajamme kertoi, että tämä mahdollistaa vehnän jyvän eri osien hyödyntämisen paremmin elintarvikkeissa. Kuulin, että tätä uutta vehnälesettä on käytetty proteiinimoothie-tyylisissä uutuustuotteissa. Pitääkin katsoa, onko sitä tarjolla kauppakeskuksemme tuoretuotekahvilassa. Naapurini kertoi, että hänen maanviljelijäveljensä on myös tyytyväinen uusituun mylymme. Älykkään varastointijärjestelmän myötä hän voi saada paremman hinnan erikoistuote-erälleen ja pystyy seuraamaan viljansa kulkua tarvittaessa kuluttajalle saakka. Vastaavasti tuotepäällikkö mylyllä kertoi, että jäljitettävyyden osoittaminen tuo työnantajalleni kilpailuetua. Itsekin olen kaivannut paikallista kauratuoteportfolioa, joten innostun kokeilemaan maanviljelijäverkoston ja myllyn uutta verkkokauppaa, jossa mahdollisuutena on saada tuotteet myös kotiin toimitettuna ja hiutalemääränkin räätälöityä omiin tarpeisiini.*

osin uudelleen. Esimerkiksi viljaketjussa muodostuu tällä hetkellä sivuvirtoja, jotka olisi mahdollista muokata korkeamman arvon tuotteiksi.

Myllyprosessien lesejäte on hyvä esimerkki: lese sisältää paljon arvokkaita komponentteja, jotka voisi palauttaa takaisin ruokaketjuun, mutta tällä hetkellä leseen hyödyntämismahdollisuudet ovat rajalliset. Ketterien myllyprosessien kehittäminen voi olla ratkaisu tähän haasteeseen (tarina **Älykäs prosessi**). Sama analogia pätee muihinkin elintarviketeollisuuden sivuvirtoihin - prosessien uudelleensuunnittelulla raaka-aineista saadaan suurempi osa hyötykäyttöön ihmisravinnoksi.

## KOLMEN MUUTOSPOLUN EKOSYSTEEMI

Tiekartassa on kuvattu kolme erillistä muutospolkua, mutta todellisuudessa nämä kaikki linkittyvät toisiinsa yhdeksi ekosysteemiksi. Tätä ekosysteemiä havainnollistetaan alla "Kana-keitto"-esimerkillä (Kuvat 9 ja 10). Kun kuluttaja haluaa kanakeittoa, käynnistyy samanaikaisesti sekä raaka-ainevirtojen että tiedon siirto, jotka ovat yhteydessä toisiinsa.

Ekosysteemin tietovirrat vaikuttavat kuluttajan ostopäätökseen ja toisaalta kuluttaja voi valinnoillaan muokata ekosysteemiä. Vastaavasti tuottava teollisuus saa tietoa kuluttajarajapinnasta ja voi muokata prosessejaan ketterästi tuottamaan ja valmistamaan kuluttajan tarvitsemia raaka-aineita ja tuotteita. Ketterä ekosysteemi säästää raaka-aineita ja muodostaa vähemmän jätettä, kun tuote tehdään vain tilauksesta kulutustarpeeseen.

### Tietovirrat

Kun kuluttaja tulevaisuuden elintarviketaloudessa haluaa tilata itselleen keittoa, hänellä on useita vaihtoehtoja saada se kätevästi ja omiin tarpeisiin muokattuna. Kuluttajan päätökseen vaikuttavat sosiaalinen verkosto ja sen näkemykset sekä omat arvoalinnat, terveystiedot ja suositukset, jotka ovat jatkuvasti saatavilla ja myös osa keitonvalmistajan palvelua.

Tuotetiedot ja valmistuksen raaka-aine- ja valmistustiedot näkyvät kuluttajalle jo ostohetkellä. Älykkään personoivan valmistusteknologian

avulla valmistettu keitto voidaan toimittaa tiettyyn noutopaikkaan tai sinne missä se halutaan syödä.

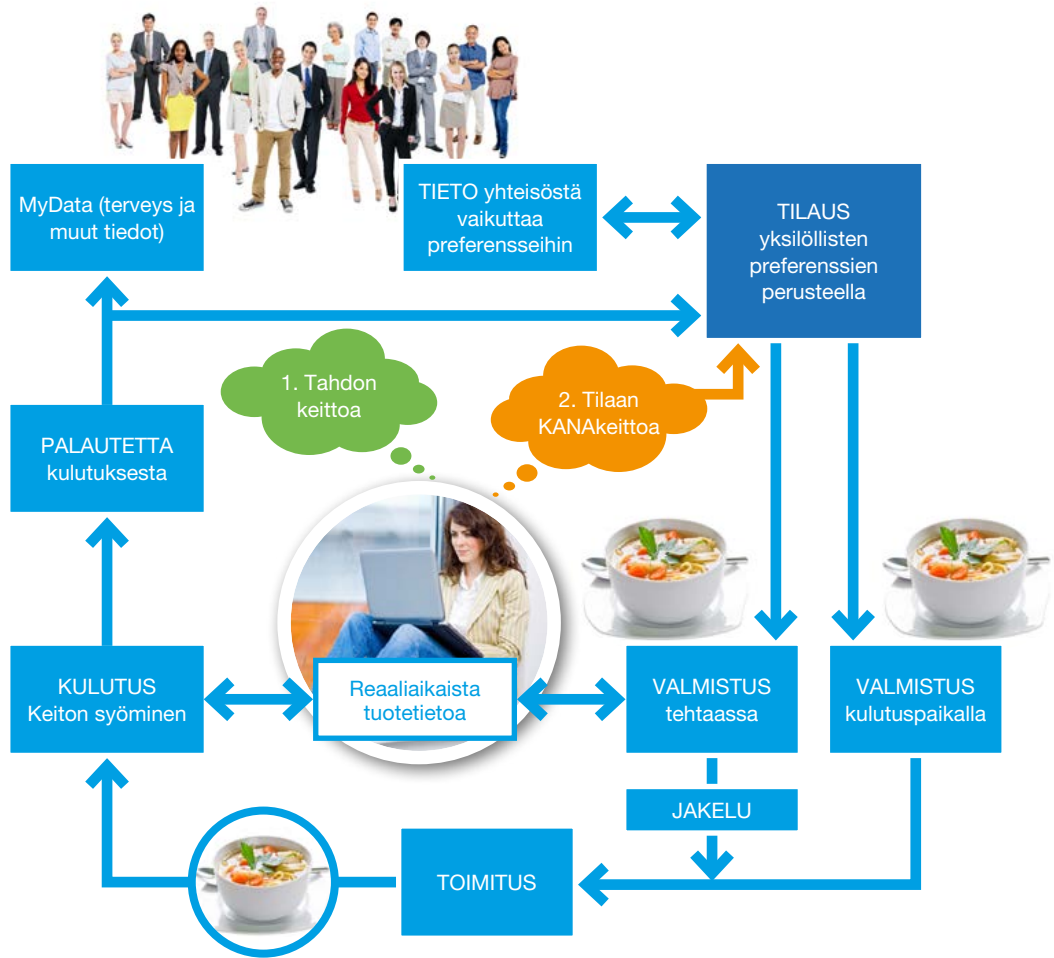
Kuluttajan ostopäätös käynnistää valinnanmukaisten tieto- ja raaka-ainevirtojen sekä valmistusprosessin käynnistymisen, ja kuluttaja voi reaaliaikaisesti seurata tuotteen valmistumista ja toimitusta. Ruuan valmistuksessa yhdistyvät älykäs käyttöliittymä, robotiikka, esineiden internet ja elintarviketeknologia.

Syömisensä jälkeen kuluttaja saa tietoa, miten tuote vaikutti hänen elimistönsä ja myös mitä mieltä muut kuluttajat ovat olleet kyseisestä tuotteesta. Lisäksi pakkauksessa on selvät ohjeet sen kierrättämiseen.

Tämä kaikki uusi tieto kertyy kuluttajan käyttöön ja vaikuttaa seuraavan ruuan tilaukseen, ja prosessi jalostuu oppien joka kierroksella. Samanaikaisesti tuottava ja valmistava teollisuus saa tietoa kuluttajien ostokäyttäytymisestä ja voi ketterästi muokata raaka-ainevirtoja ja tuotantoprosessejaan.

### Raaka-ainevirrat

Elintarviketaloudessa kanakeiton valmistusaineet ja pakkaus perustuvat Muutospolun 3 tulevaisuuskuvaan. Raaka-aineet on tuotettu kestävästi ja ne käytetään tehokkaasti myös huomioiden kaikkien raaka-ainevirtojen jatkojalostus. Kuten



Kuva 9. Tietovirrat Kanakeitto-esimerkissä.

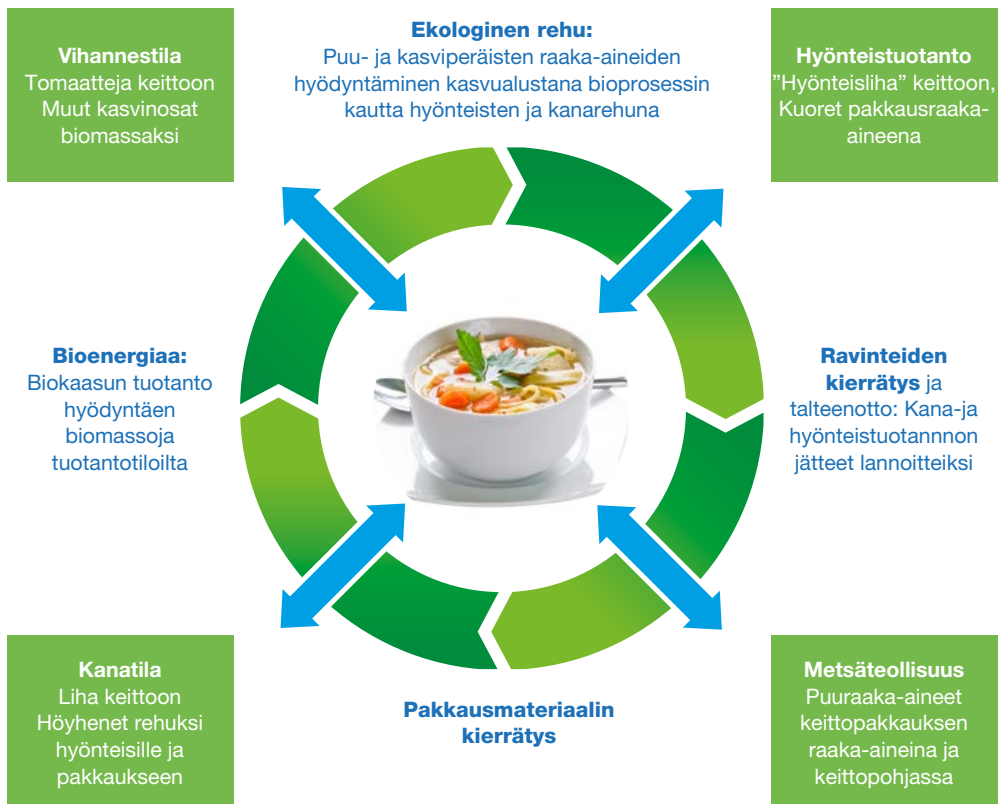
Muutospolussa 3 kuvattiin, biotuotetehtaat tuottavat sekä ruokaa ja pakkausmateriaaleja että rehua, lannoitteita ja energiaa ruuan ja ruokapakkauksen tuotantoon. Kestävän ruokatuotannon mukaisesti kanakeitto sisältää kanan lisäksi hyönteisproteiinista tehtyjä lihapaloja sekä tomaattia, jotka kaikki siis ovat osa suljettuja raaka-ainekiertoja.

Kananlihan tuotannossa muodostuvat höyhenet käytetään osin bioprosessin avulla hyönteisten rehuna ja osin keittopakkauksen valmistuksessa. Hyönteiskasvatuksen jätteet taas hyödynnetään tomaattikasvihuoneessa ravintoaineina. Lisäksi hyönteisten kuoret ovat osa keittopakkausta.

Mielenkiintoista on myös se, että metsäraaka-aineita on käytetty sekä pakkausmateriaalina että itse tuotteessa. Lignoselluloosa on osa

biopolymeeripohjaista kierrätettävää keittoastiaa, kun taas puista peräisiin oleva luonnonmukainen hiilihydraatti tuo hieman sakeutta ja samalla terveellisyyttä ravintokuidun muodossa itse keittoon. Puuperäistä biomassaa voidaan hyödyntää myös bioteknisesti valmistetun kana- ja hyönteisrehun raaka-aineena.

Tarkoituksena on tuottaa raaka-aineita kulutuksen mukaisesti, minkä vuoksi ennakoiva tieto kulutuksesta on yhä tärkeämpää myös tuottavalle ja valmistavalle teollisuudelle. "Kanakeitto"-ekosysteemissä onkin oleellista, että raaka-aine- ja tietovirtasysteemit keskustelevat reaaliaikaisesti keskenään, jotta raaka-aineiden tuotantoa ja valmistamista kanakeittoprosessiin voidaan säädellä ketterästi.



Kuva 10. Raaka-ainevirrat Kanakeitto-esimerkissä.

# 6. Liiketoiminta uudessa elintarviketaloudessa

## KYBER-FYYSINEN ELINTARVIKETAUOUS

Elintarviketalous 4.0:n älykäs ruuan tuotanto tulee muuttamaan monella tapaa ruuan liiketoimintaekosysteemiä ja sen puitteissa olevia liiketoimintamalleja. Murros, joka on jo käynnissä niin kaupan alalla <sup>53</sup> kuin valmistavassa teollisuudessa yleisesti <sup>3</sup>, tulee koskettamaan myös ruokatuotantoa ja sen jakelua kuluttajille.

Nykyisin käytössä olevien ruokatuotannon arvoketjujen, niissä olevien toimijoiden ja liiketoimintamallien rinnalle tulee radikaalisti uusia

järjestelmiä, jotka haastavat nykyiset mallit ja niiden toimijat. Toki moni nykyinenkin toimija todennäköisesti uudistaa liiketoimintamallinsa ja siirtyä kyber-fyysiseen todellisuuteen, missä ruuan tuotanto ja sen toimitus kuluttajalle tapahtuvat vahvasti digitalisaatiota hyödyntäen. Tuotanto ja kulutus ovat tällöin myös fyysisesti lähellä toisiaan ja tuotanto vastaa kulutusta minimoiden hävikkiä.

Kyber-fyysisissä järjestelmissä arvoketjut ovat lyhyitä ja ketjun toimijoiden roolit poikkeavat nykyisistä <sup>53</sup>. Enää ei ole esimerkiksi erillisiä raaka-aineen tuottajia, ruuan valmistajia, tukku-kauppiaita, vähittäismyyjiä, logistiikkatoimijoita



## ESIMERKKEJÄ

samassa merkityksessä kuin ennen. Vastaavat vaiheet voivat edelleen olla tunnistettavissa Elin-  
tarviketalous 4.0:n ekosysteemeissä, mutta ne  
voivat äärimmillään tapahtua yhden ja saman  
toimijan toimesta ja fyysisesti jopa samassa  
toimipisteessä.

Perinteisen toimitusketjun sijaan ekosysteemissä voi korostua toimijoiden horisontaalinen yhteistyö, missä toimijat eivät näe toisiaan kilpailijoina samassa mielessä kuin aiemmissa arvoketjuissa. Kilpailu markkinoilla ei katoa, mutta se voi muuttaa muotoaan yksittäisten yritysten välisestä kilpailusta ekosysteemien väliseksi kilpailuksi<sup>54</sup>.

Perinteisiä roolimalleja rikkoo lisäksi kuluttajan rooli uudessa elintarviketaloudessa, jossa kuluttaja voi samanaikaisesti toimia myös elintarvikkeen tuottajana (englanniksi prosumer = producer + consumer). Prosumer-mallissa varsinainen tuottaja ja kuluttaja suorittavat tuotantovaiheen yhdessä kuluttajan osallistuessa tuotantoon digitaalisen liittymän kautta.

Olemme yhdessä elintarviketeollisuuden yritysten ja kaupan kanssa visioineet sitä, minkälaisia liiketoimintamahdollisuuksia uusi Elintarviketalous 4.0 tarjoaa ja minkälaisilla liiketoimintamalleilla siinä olisi mahdollista menestyä. Liiketoimintamallien kohdalla olemme keskittyneet yleisluontoisesti neljään keskeiseen osa-alueeseen: 1. Tarjoama (mitä?), 2. Kohdemarkkinat ja asiakkaat (kenelle?), 3. Tarvittava kyvykkyyks (miten ja kenen kanssa?), 4. Ansaintalogiikka (miten ansaita rahaa?).

Ensimmäinen esimerkki uudeltaisesta liiketoimintamahdollisuudesta on yhdistelmä kahdesta liiketoimintamallista: **My Food ja Food ATM**, taulukko 1. My food on uuden ajan digitaalinen palvelu, joka opastaa ja ohjaa kuluttajaa hänen ruokavalinnoissaan huomioiden kuluttajan henkilökohtaiset mieltymykset, terveystavoitteet, terveyden tilan jne. My food on samalla digitaalinen alusta, jolle ruuan tuottajat rakentavat digitaalisia käyttöliittymiä ruuan tuotantopalveluihin.

**Taulukko 1: Liiketoimintamalliesimerkki liittyen yksilöllisiin ratkaisuihin.**

MY FOOD + FOOD ATM		
<b>TARVITTAVA KYVYKKYYS</b> My Food: Yksi tietokanta, jossa kaikki tieto. Tieto kulkee kuluttajan mukana ja välittyy aterian tuottajalle. Food ATM: uuden sukupolven automaatti, joka valmistaa aterian/välipalan automaattissa olevista ainesosista ja joka sijaitsee asiakasvirtapaikoissa.	<b>TARJOAMA</b> My Food: Tieto personoituu täsmäravintoon • makumieltymys, ennakoitavuus päivän tarpeisiin, huomioidaan oma terveys-tilanne • ”väärien” valintojen välttäminen Food ATM: personoitu ateria/välipala, jonka automaatti valmistaa hyödyntäen My Food -dataa	<b>KOHDEMARKKINAT/ASIAKKAAT</b> Ihmisille, jotka ovat menossa jonnekin eivätkä halua pysähtyä paikalleen ruokailemaan, mutta jotka haluavat silti juuri itselle sopivan terveellisen aterian/välipalan Hyvinvointitietoiset optimoijat, kuten tiettyä ruokavaliota noudattavat
<b>ANSAINTOLOGIikka</b> Tuotemyynti eksklusiivisenä: tuotetta (ateria/välipala) ei saa muualta kuin Food ATM automaateista My Foodin avulla My Foodissa kuukausi- tai vuosimaksu		

Food ATM on yksi konsepti tällaisesta ruuan tuotantopalvelusta. Food ATM on ruoka- tai välipala-automaatti, joka valmistaa kuluttajalle aterian tai välipalan My Foodin suositusten mukaisesti. Itse valmistus voi tapahtua 3D-tulostamalla tai jollain perinteisemmällä tavalla ainesosia yhdistellen.

Toinen esimerkki on nimeltään **Tuoretuotanto kaupassa**, taulukko 2. Liiketoimintamallin kantava ajatus on tuottaa tuoretuotteita, kuten yrttejä, ituja, salaattia ja sieniä, paikan päällä kaupassa uusilla sisäviljely- ja vesikiertotekniikoilla. Viljelijä toimisi kaupassa shop-in-shop periaatteella. Kuluttajan näkökulmasta arvo tulisi tuotteiden tuoreutena sekä ekologisuutena, koska kuljetuskustannukset jäävät pois ja hävikki pienenee.

Kolmas esimerkki liiketoimintamahdollisuudesta on otsikoitu **Ingredienttitehdas 4.0**, taulukko 3. Kyse on uudenaikaisesta elintarvikkeen ingredientti-tai ravintoainemassan tuottamisesta tehdasympäristössä hyödyntäen metsäpohjaisia raaka-aineita. Valmiista massasta voidaan lisäaineesien avulla valmistaa monenlaisia ruokia,

kuten perunan kaltaista energialisuketta tai jauhelihan kaltaista proteiininravintoa.

Ingredienttitehdas 4.0 on visio tulevaisuuden bioteknologiaan pohjautuvasta ruokatuotannosta ja kiertotalouden hyödyntämisestä elintarviketaloudessa. Teknologia vision toteuttamiselle ei ole vielä valmiina, mutta kehitys on kovaa vauhtia menossa tähän suuntaan. Tämä aihepiiri tarjoaa runsaasti mahdollisuuksia myös vientiin, esimerkiksi tukemaan hätäapua erilaisille kriisialueille.

## VIENTI UUDESSA ELINTARVIKETALOUDESSA

Uudet liiketoimintamallit voivat avata ovia elintarviketalouden tuotteiden ja palvelujen viennille aivan eri volyyminä kuin nykyisin. Digitaaliset palvelut, kuten My Food -alusta, ei tunne fyysisiä määrajoja samalla tavalla kuin fyysisten tuotteiden vienti ja myynti. Toki digitaalisessa liiketoiminnassakin maakohtainen lainsäädäntö, verotus ym. tulee huomioida, mutta data siirtyy helposti ja nopeasti paikasta toiseen.

**Taulukko 2: Liiketoimintamalliesimerkki liittyen ketterään tuotantoon ja jakeluun.**

TUORETUOTANTO KAUPASSA		
<p><b>TARVITTAVA KYVYKKYYS</b></p> <p>Tuottajalla sisäviljelyosaaminen (aquaponics – hydroponics)</p> <p>Viljelijän ja kaupan yhteistyömallit</p>	<p><b>TARJOAMA</b></p> <p>Kaupan yhteydessä sisäviljelynä tuotetut tuorekasvikset, kuten salaatit, yrtit, sienet jne.</p> <p>Viljelijä tuottaa palvelun shop-in-shop periaatteella</p>	<p><b>KOHDEMARKKINAT/ASIAKKAAT</b></p> <p>Tiedostavat, tuoreutta, lähiruokaa ja ekologisuutta arvostavat kuluttajat</p>
<p><b>ANSAINTALOGIIKKA</b></p> <p>Tuoremyynti tuottajalta suoraan kuluttajalle</p> <p>Kaupalle vuokratuloja</p>		

Radikaalisti uudenlaiset liiketoimintamallit tukevat uusille markkinoille pääsyä. Esimerkiksi Food ATM -konsepti ei riipu siitä, ottavatko kohdemaan tukku- ja vähittäiskauppajakelijat tuotteen listoilleen ja miten he sitoutuvat pitämään tuotetta esillä. Food ATM -konseptilla on omat jakelu- ja markkinointikanavat.

Food ATM on itse asiassa esimerkki konseptista, jolla lähtökohtaisesti on suurempi menestyspotentiaali ulkomailla suurissa metropoleissa kuin kotimaan kasvukeskuksissa. Laitte vaatii liiketoiminnallisesti menestyäkseen aktiivista käyttöä (toisin sanoen paljon tapahtumia tunnissa), mikä on todennäköisempää Lontoossa, Shanghaissa tai Tokiossa kuin Espoossa.

Elintarviketalous 4.0:aan voidaan liittää seuraavat avainsanat: innovatiiviset tuotteet, digitalisaatio, turvallisuus, terveys, kestävä kehitys. Nämä eivät ole millään tapaa vieraita nykyiselle valmistavalle teollisuudelle Suomessa. Niiden yläpuolella suomalaisessa teollisuudessa on kuitenkin vielä määre, joka ohjaa vahvasti yritysten toimintaa: kustannustehokkuus.

Kustannustehokkuus on nykytilan keskeinen vaade, mutta pelkästään sillä ei vallata markkinoita jatkossa. Toki hinnalla on suuri merkitys myös tulevaisuuden elintarviketaloudessa, mutta siellä kuluttaja tekee ostovalinnat pitkälti tuotteen tai palvelun antaman asiakasarvon perusteella. Asiakasarvo voi korostaa terveyttä, turvallisuutta, ekologisuutta ym.

Markkinoilla on käynnissä suuri murros, jossa Elintarviketalous 4.0 tulee etenemään vauhdilla. Tämä murros on tunnistettu myös Suomen ulkopuolella. Murros on aina suuri mahdollisuus yrityksille, jotka haluavat tarttua siihen ja uudistaa liiketoimintansa. Yrityksille, jotka tuovat markkinoille innovatiivisia tuotteita ja palveluja uudenlaisilla, digitalisaatiota hyödyntävillä liiketoimintamalleilla.

Mahdollisuuteen tarttuminen edellyttää yrityksiltä rohkeutta ja riskinottokykyä. Murroksen avaamiin liiketoimintamahdollisuuksiin ei pääse käsiksi keskittymällä kustannussäästöjen hakemiseen nykyisissä prosesseissa ja pieniin parannuksiin nykyisissä tuotteissa.

**Taulukko 3: Liiketoimintamalliesimerkki liittyen vertikaaliin ruuantuotantoon.**

INGREDIENTTITEHDAS 4.0		
<p><b>TARVITTAVA KYVYKKYYS</b></p> <p>Massan tuotantoteknologia: kasvualusta ja biotekninen toteutus</p> <p>Prosessit, laitteet ja reseptit massan jalostamiseksi erilaisiksi elintarvikkeiksi</p>	<p><b>TARJOAMA</b></p> <p>Elintarvikekelpoista proteiinirikasta massaa</p> <p>Massasta valmistettuja elintarvikkeita</p>	<p><b>KOHDEMARKKINAT/ASIAKKAAT</b></p> <p>Kriittisesti nykyiseen tuotantoon suhtautuvat, ekologisesti ajattelevat kaupunkilaiset/kaupunkiyhteisöt</p> <p>Hätäapu, kriisialueet</p>
<p><b>ANSAINTALOGIIKKA</b></p> <p>Massan myynti jalostajille</p> <p>Valmiiden tuotteiden myynti kuluttajalle</p>		

# 7. Uutta elintarviketaloutta tukevat tutkimusstrategiat

Suomessa ja Euroopassa valmistellaan ja on tehty useita tutkimusstrategioita ja selontekoja, jotka ohjaavat elintarviketalouden muutosta ja viitoittavat polkua kohti uutta Elintarviketaloutta 4.0.

VTT on vuoden 2016 aikana terävöittänyt tutkimus- ja innovaatiostrategiansa, jonka tavoitteina on puhdas maailma, hyvä elämä ja kestävä kasvu<sup>55</sup>. VTT on valinnut seuraavat keskittymiskohteet, niin kutsutut "majakat": Tulevaisuuden ilmasto, Resurssien riittävyys, Hyvä elämä,

Kokonaisturvallisuus ja Teollisuuden uudistuminen. Näissä lähes kaikissa on elementtejä, jotka tukevat Elintarviketalous 4.0-tiekartan osoittamia mahdollisuuksia.

Maa- ja metsätalousministeriö on tehnyt vuonna 2016 Ruokapolitiittisen selonteon<sup>56</sup>, joka parhaillaan on lausuntokierroksen jälkeen viimeisteltävänä. Hallitusohjelman toimeenpanosuunnitelman mukaisesti se pohtii kotimaisen ruuantuotannon kilpailukykyä, vastuullisuutta,





markkina- ja kuluttajälähtöisyyttä ja riittävyyttä huoltovarmuuden näkökulmasta.

Ruokapoliittisen selonteon visiona on, että ”Vuonna 2030 suomalaiset kuluttajat syövät kestävästi ja eettisesti tuotettua kotimaista, maukasta, terveellistä ja turvallista ruokaa. Kuluttajilla on kyky ja mahdollisuus tehdä tietoisia valintoja. Kysyntään vastaa läpinäkyvä, osaava, joustava sekä kansainvälisesti kilpailukykyinen ja kannattava ruokajärjestelmä. Alan kasvua ja kehitystä tukee hyvin koordinoitu korkean tason tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotyö”. Tämä on hyvin linjassa Elintarviketalous 4.0:n päämäärien kanssa.

Elintarviketeollisuusliiton puitteissa tehdyn kansallisen elintarviketutkimusstrategian ”Kestävä ja kannattava tuotanto sekä hyvinvoiva kuluttaja luovat perustan suomalaisen elintarvikeketjun menestykselle”<sup>57</sup> päätavoitteina on tukea kotimaisen elintarvikeketjun toimijoiden liiketoimintaa ja kilpailukykyä sekä uudenlaisten arvoketjujen ja uuden liiketoiminnan syntymistä elintarvikeketjun ja muiden alojen yhtymäkohtiin. Nämä tavoitteet ovat edelleen varsin ajankohtaisia, vaikka strategia on jo yli viisi vuotta vanha.

Vuonna 2016 on valmistunut ETL:n jäte- ja sivuvirtaselvitys<sup>9</sup>, jossa esitetään myös toimenpidesuosituksia sivuvirtojen hyödyntämiseksi osana kiertotaloutta. Samoin tuoreet dokumentit, Sitran

julkaisema ”Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016–2025”<sup>51</sup> sekä VTT:n Kiertotalous-raportti<sup>52</sup>, kuvaavat strategiaa ja toimenpiteitä kiertotalouden tavoitteiden saavuttamiseksi Suomessa.

Euroopan tasolla European Technology Platform ETP Food for Life on vuonna 2016 tehnyt uuden tutkimus- ja innovaatio-agnandan<sup>58</sup>. Sekin korostaa visiossaan kuluttajan ja teollisuuden kumppanuutta sekä tulevaisuuden ruokasysteemin kestävän kehityksen, dynaamisuuden, joustavuuden ja läpinäkyvyyden periaatteita. Strategia korostaa sosiaali- ja luonnontieteiden yhdistämistä teknologiseen kehitykseen, ja on näin samoilla linjoilla tässä tiekartassa esitettyjen periaatteiden kanssa.

European Institute of Innovation & Technology (EIT) on laajentamassa toimintaansa elintarviketalouteen. Suomesta VTT, Helsingin yliopisto ja Valio ovat mukana juuri toimintansa aloittavassa eurooppalaisessa EIT Food -konsortiossa<sup>59</sup>. Sen tavoitteena on nostaa Euroopan ruokatuotantokehityksen kärkeen; ottaa kuluttajat mukaan käynnissä olevaan muutosprosessiin, parantaa ravitsemusta ja tehdä elintarviketaloudesta raaka-aineiden käyttöä tehostava, turvallinen, läpinäkyvä ja luottamusta herättävä – kaikki Elintarviketalous 4.0:n mukaisia tavoitteita.

# 8. Miten tästä eteenpäin?

Elintarviketalous 4.0 tarjoaa paljon mahdollisuuksia uuden liiketoiminnan synnyttämiselle. VTT ehdottaa, että Suomi valitsee yhdeksi biotalouden sovellusalueeksi kestäväen ruokatuotannon ja digitalisaation mahdollistamien uusien liiketoimintamallien kehittämisen, ja resursoi aihealueeseen liittyen erillisen teknologiaohjelman.

## ROHKEASTI RAJOJEN YLI

Yritysten laajamittainen menestyminen edellyttää perinteiset toimialarajat ylittävää yhteistyötä niin yritysten, tutkimuslaitosten kuin ministeriöiden (MMM, TEM, STM) kesken, jotta luodaan suotuisat puitteet innovoida ja kehittää vientiä. Uusien teknologioiden soveltamisen perusta on suomalaisten raaka-aineiden hyödyntämisessä kohti ruokapalveluinnovaatioita. Ne myös tarjoavat teknologiaviennin mahdollisuuden.

Panostamalla uusien ruuantuotantomenetelmien kehittämiseen, Suomella on myös mahdollisuus viedä osaamista maihin, joissa viljelymaa-alasta on jo nyt pulaa ja urbaanilla ruuantuotannolla nouseva kysyntä. Uusista ruuantuotantomenetelmistä on hyötyä myös kriisialueille, jossa tärkeintä on tuottaa ravintoaineita tehokkaasti olemassa olevista luonnon raaka-aineista.

Ehdotamme yhteistyöfoorumien perustamista suunnittelemaan tiekarttojen edellyttämien kehityspolkujen sisältöä, vaikuttavuusarvioita ja toteuttamishankkeita. Elintarviketuotannon yritysten lisäksi foorumiin tulisi kutsua jakeluketjun toimijoita ja teknologiateollisuuden edustajia. Jo

tiekarttatyön aikana tällainen työpajatyö koettiin tarpeelliseksi.

Foorumin tärkeä tavoite on arvioida tulevaa kyber-fyysistä todellisuutta, missä ruuan tuotanto ja toimitus kuluttajalle tapahtuvat digitalisaatiota hyödyntäen. Muun muassa esineiden internetin (IoT), Big Datan ja älylaitteiden kehittymisen mahdollisuuksien evaluointi ja ideointi elintarviketalouden kannalta luo uutta kasvua. Elintarvike- ja terveysteknologioiden yhteensovittaminen on myös tulevaisuuden kasvualusta.

Foorumissa tulisi kehittää yhteistyömuotoja niin, että kilpailutekijät eivät estä esikilpailullisen kansallisen osaamistason nostamista. Uusien teknologioiden käyttö todennäköisesti johtaa uusiin liiketoimintamalleihin, jotka tarjoavat luontevia kehityskohteita kiinnostuneille toimijoille.

## UUSIA KEHITYS- YMPÄRISTÖJÄ TARVITAAN

Suomen on löydettävä oma keskittymiskohteensa, jolla erotumme kansainvälisistä kilpailijoista. Digitaalisten palvelujen hyödyntämisessä kehittymismahdollisuutemme on arvioitu erittäin hyväksi.

Ehdotamme, että Suomeen rakennetaan reaali maailman osana kuluttajan tutkimusympäristö, testbed, jossa voidaan testata uusia tuote- ja palveluaihioita. Tällaisia voivat olla esimerkiksi kulutus- tai ostohetkellä kuluttajalle tuotettu ja räätälöity ruoka, älykkäät automaattit ja uusiin raaka-aineisiin perustuvat tuotekonseptit. Siinä voitaisiin myös kehittää uusia, ostosta

## TARVITTAVIA KEHITYSASKELIA

helpottavia ja elämyksiä tuottavia palveluita yhdessä asiakkaiden kanssa.

Suomessa on toiminnassa VTT:n ja Tampereen teknillisen yliopiston automaation ja robotisaation kehitysympäristö SMACC (www.smacc.fi). Ehdotamme, että sitä hyödynnetään jatkossa systemaattisesti elintarviketalouden uusien konseptien ja tuotantomenetelmien kehittämiseksi.

Harppaukset teknologiakehityksessä sekä digitaalisessa että raaka-aineympäristössä ovat olleet merkittäviä viimeisten vuosien aikana. Tiekartassa kuvatus kolmen muutospolun osalta on poimittu muutamia selkeitä kehitysnäkymiä, joihin tutkimuksella ja kehityksellä tulevaisuudessa etsitään kuitenkin vielä läpimurtoja (Kuva 11). Näitä kehitystoimenpiteitä on avattu alla.

	Nykyhetki	2-5 v	5-10 v
<b>Massatuotannosta yksilöllisiin ratkaisuihin</b>	Painettava elektroniikka osana pakkauksia Verkkokauppatilauksia koordinoivat kauppa-alustat Kahviautomaatit, salaattibaarit, personointi fyysisenä palveluna My Data -palvelut	Tuotteiden seurantateknologia Tilauksia koordinoivat kauppa-alustat ja joustava jakelu Älypakkausten ja -jääkaappien integraatio Pakkaus digitaalisen sisällön välineenä	Uuden sukupolven personoivat valmistusteknologiat Ruuankulutuksen on-line seuranta-teknologiat Automaattiset ravitsemuksen seurantamittarit
<b>Keskittyneestä ketterään valmistukseen ja jakeluun</b>	Paikalliset jakelijat ja tuottajat tarjoavat tuotteita suoraan kuluttajille tai suurille jälleenmyyjille Raaka-aineen ja tuotehistorian seuranta-teknologioiden kehitys Myyvälälepomot	Yhteistyö logistiikka- ja resurssikustannusten vähentämiseksi Ketterät tuotanto- ja kauppa-alustat Uudet älykkäät ja joustavat pakkaus-teknologiat	Hajautettujen ja modulaaristen prosessien toimiva logistiikka Tuotannon, jakelun ja kulutuksen infrastruktuurien hajauttaminen Robotisoitu ruuanvalmistus ja jakelu
<b>Horizontaaliseen vertikaaliseen ruoantuotantoon</b>	Uudet kasvi-ingredientit ja näihin pohjaavien ruokien kehitys Sivuvirtojen jatkojalostus	Uudet kasvilajit ja hyönteistalous Uusien raaka-aineiden käyttökäytännöt Ravinteiden ja materiaalien suljetut kierrot	Pelloista riippumaton ruoantuotanto, biotekniset ja vertikaaliset teknologiat Kasvualuekehitys Jätteettömät ingredientti- ja elintarvikeprosessit

Kuva 11. Kestävän ruoantuotannon ja -valmistuksen aikajana tutkimuksen ja kehityksen näkökulmasta.

## **Yksilöllinen ruokatuotanto edellyttää kuluttajakeskeistä suunnittelua**

Yksilöllisestä ja kuluttajakeskeisestä tuotannosta sekä digitalisaation mahdollistamasta tuotannon palvelullistumisesta puhutaan paljon myös muilla aloilla kuin elintarviketuotannossa. Siirtymä palveluajatteluun ei kuitenkaan ole yksinkertaista vaan vaatii perusteellista muutosta siinä, kuinka elintarviketuotanto käsitetään.

Digitaalisten palvelujen kehityksessä on huomioitava, että kuluttajat mielellään ottavat käyttöön uusia sovelluksia, mikäli kokevat saavansa siitä lisäarvoa, palvelu on helppokäyttöinen ja he voivat luottaa palveluun ja sen tarjoajiin. Kuluttajan hyväksyntä on elintärkeää uuden teknologian menestymiselle. Yksilöllisen elintarviketuotannon menestymisen kannalta onkin olennaista osallistaa kuluttajat mukaan kehitystyöhön heti innovaatioprosessin alusta.

Kuluttajakeskeinen suunnittelu koskee myös uusia ruokaraaka-aineita ja tuotantoteknologioita. Kuluttajien näkemyksiä ja kokemuksia liittyen uusiin vaihtoehtoisiin ruuantuotantomenetelmiin pitää selvittää. Tärkeä osa tätä prosessien on viestintä uusista menetelmistä ja raaka-aineista.

## **Yksilölliset ruuat ja ateriat vaativat mittaus-, pakkaus- ja valmistusteknologian kehittämistä ja integraatiota**

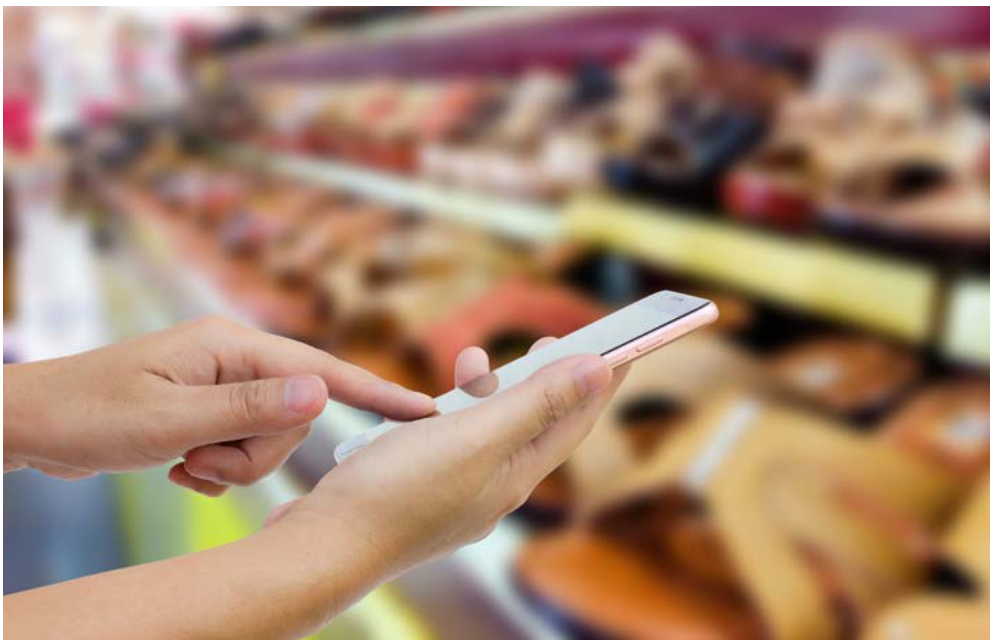
Sen lisäksi, että ravitsemusseuranta ja sensoriteknologiat tuottavat tulevaisuudessa arvokasta tietoa kuluttajalle hyvinvoinnin ja mielekkään elämän osana, varsinaisen ruuan valmistusteknologioilta vaaditaan myös vielä kehitysaskleita. Yksilöllisen ruuanvalmistuksen ekosysteemi edellyttää toimialoja ylittävien teollisuudenalojen yhteistyötä. Tähän liittyen olisi tärkeää rakentaa eri ministeriöiden tukemia poikkitieteellisiä ohjelmia yhteistyön kiihdyttämiseksi.

## **Tiedon jakamisen ja tietosuojaan käytännöt tarvitsevat selkeät pelisäännöt**

Elintarvikkeita ja kuluttajien käyttäytymistä koskevaa tietoa on jo tällä hetkellä runsain mitoin tarjolla eri toimijoilla. Pullonkaulaksi räätäloidyn ruokatuotannon kehittämisessä nousevatkin tiedon yhdistelyn ja analysoinnin käytännöt. Tulevaisuudessa kysyntä tietoa kokoaville ja tulkitseville sovelluksille tulee kasvamaan. Toisaalta, digitaaliset ratkaisut voivat tehostaa myös raportointia ja vähentää valvontatarvetta ja automatisoida ruokaturvallisuutta.

Myös tiedon omistajuuden, vaihdannan ja tietosuojaan käytännöissä on vielä selkiyttämisen tarvetta. Tiedon (muun muassa MyDatan) omistajuuskysymyksen selkeä ratkaiseminen ja jopa kansallisen tason selkeät periaatteet edistäisivät digitalisaatiota. Yhtenä mahdollisuutena voisi olla, että "MyDatan" luovuttamisesta luovuttaja saisi hyötyä (vastiketta). Vastikkeellinen data velvoittaisi palveluntarjoajaa ja lisäisi markkinaehtoisuutta.





### **Uusi elintarviketalous tarvitsee verkostoa kokoavia palveluntarjoajia ja uutta logistiikkajärjestelmää**

Yksilöllinen ruokatuotanto perustuu keskeisesti tuottajan ja kuluttajan nykyistä suurempaan vuorovaikutukseen, mikä mahdollistaa räätälöidyt palvelut ja tuotannon läpinäkyvyyden. Liiketoiminnalle on tyypillistä, että verkostojen solmukohtissa olevat toimijat ovat markkinoilla etulyöntiasemassa. Digitalisoituneessa elintarvikeketjussa nämä solmukohtat saattavat olla tukkuliikkeiden sijaan hajautuneita tuottajia ja kuluttajia yhteen tuovia ja kokoavia, ja joustavan elintarviketuotannon tarpeisiin tietoa analysoivia digitaalisten palvelujen tarjoajia. Nämä toimijat tulevat hyvin todennäköisesti nykyisen elintarvikesektorin ulkopuolelta.

Logistiikka ja jakelun järjestäminen ovat keskeisessä roolissa tulevaisuuden elintarviketaloudessa. Jotta osin hajautetut ja modulaariset tuotanto- ja valmistusprosessit voivat olla kannattavia, ne tarvitsevat tuekseen logistiikkaketjun, joka kykenee ketterästi mukautumaan ekosysteemin ja erityisesti kuluttajien tarpeisiin. Logistiikan kehittämisessä on selkeä panostustarve myös tutkimuksen osalta.

### **Kunnallistekniikkaa tulee kehittää tukemaan uusia vaihtoehtoisia ruuantuotantoteknologioita ja valmistusprosesseja**

Tiiviisti rakennettu kaupunkiympäristö on Elintarviketalouden 4.0 tärkeä markkina ja myös kehittämisen areena. Vaihtoehtoiset ruuantuotantoteknologiat, esimerkiksi hyönteistalous ja mikrobiprosessit, perustuvat tehdasmaiseen ja kaupunkiympäristöönkin sopivaan tilaan, joka vaatii uuden infrastruktuurin rakentamista. Samoin biotuotetehtaat ja suljetut ravinne-, energia- ja vesikierrot vaativat uudenlaista tekniikkaa myös kunnilta. Jotta uudenlaisia prosesseja ja infrastruktuureja päästään testaamaan lähes teollisessa mittakaavassa ja todellisessa ympäristössä, on tärkeää rakentaa tarkoitukseen sopivia testiympäristöjä.

### **Ingredieetti- ja elintarviketeknologioita on kehitettävä raaka-ainepohjan muuttuessa**

Uusien raaka-aineiden, kuten sivuvirtojen, hyönteisten, puuperäisten materiaalien, mikrobi- ja kasvisolujen käyttö edellyttää ingredienttien toiminnallisuuden muokkausta, sekä lisäksi



uudenlaisten ruokamatriisien hallintaa aistittavan laadun räätälöimiseksi. Bioprosessimenetelmät ja elintarviketieteiden hallinta ovat tässä keskeisiä.

Uusien elintarvikeraaka-aineiden osalta on tärkeää huomioida myös lainsäädännön muutostarpeet. Esimerkiksi hyönteisiä ei tällä hetkellä saa käyttää ihmisravinnoksi. Uuselintarvikelainsäädäntöön ja hygieniavaatimuksiin liittyvät säädökset ja lait onkin hyvä huomioida ajoissa ja tehdä tarvittavia toimenpiteitä tehokkaasti, jotta uudet vaihtoehdot ratkaisut voidaan viedä teolliseen tuotantoon.

### **Jätteettömyyttä tukevien arvo- ketjujen kehittyminen edellyttää uusien verkostojen syntymistä**

Kuten ETL:n jäte- ja sivuvirtaselvityksessä vuodelta 2016 todetaan, kiertotalouden edistämiseksi tarvitaan yhteinen alusta, jolla tieto syntyvistä sivuvirroista sekä niiden hyödyntämistarpeista kohtaavat. Esimerkiksi Motivan Teolliset

Symbioosit -toimintamallin hyödyntäminen voisi olla yksi vaihtoehto<sup>60</sup>. Sivu- ja jätevirtojen analyysin lisäksi tulisi arvioida käyttökkenaarioiden taloudelliset vaikutukset.

### **Elintarviketalous 4.0 edellyttää panostusta uusiin liiketoimintamalleihin**

Käsillä oleva murros avaa uusia mahdollisuuksia yrityksille, jotka haluavat uudistaa liiketoimintaansa tuomalla markkinoille innovatiivisia tuotteita ja palveluita uudella, digitalisaatiota hyödyntävillä liiketoimintamalleilla. Lisäksi elintarviketalous 4.0:n kyber-fyysiset järjestelmät tarjoavat liiketoimintamahdollisuuksia myös aivan uudelle toimijoille ruuan tuotannon ekosysteemissä. Näitä ovat esimerkiksi erilaisten palvelualueiden tarjoajat sekä datan hallintaan ja digitaalisiin palveluihin keskittyvät toimijat.

Elintarviketalous 4.0 on korostetun kansainvälistä. Se, mitä on jo tapahtunut esimerkiksi



erikoiskaupan alalla, tulee jossain määrin tapahtumaan myös ruokabuseineksessä. Nyt on oikea hetki suomalaisten toimijoiden valmistautua uuteen aikakauteen elintarviketaloudessa. Uuden elintarviketalouden liiketoimintamalleilla on mahdollisuus päästä kansainvälisille markkinoille aivan eri volyymeillä kuin nykyisin, koska markkinat ovat murroksessa lähes kaikkialla.

Liiketoiminnallinen menestyminen uudessa elintarviketaloudessa edellyttää yrityksiltä hyviä valmiuksia ja osaamista hyödyntää digitalisaation luomia mahdollisuuksia. Ani harvalla elintarviketalouden toimijalla Suomessa on tällä hetkellä riittävä kyvykyys tähän. Toisin sanoen, kyvykyys hyödyntää IT-teknologiaa ja sen tuottamaa dataa ja informaatiota uusien liiketoimintamallien luomiseen liiketoiminnallisen menestyksen aikaansaamiseksi. Tähän meidän tulee panostaa laajalla rintamalla.

## LOPUKSI

Tämä tiekarttatyö on osoittanut, että olemme jo muutoksen poluilla. Kansalliset ja kansainväliset strategiat osoittavat samaan suuntaan. Nyt voitavat nopeimmat sekä ne, jotka parhaiten palvelevat kuluttajia uudessa digitaalisessa ympäristössä. Suomi voisi olla suunnannäyttävä teknologia- ja ruokateollisuuden toimialojen yhdistäjänä sekä uusien teknologioiden soveltajana ja testaajana.

## LIITE: TIEKARTAN KOOSTAMINEN

Elintarviketalous 4.0 -tiekartan valmistelu alkoi keväällä 2016 osana VTT:n strategiaprosessia, ja se jatkaa VTT:n pitkäjänteisestä työtä elintarviketuotannon uusien kasvupolkujen tunnistamiseksi.

Tiekartan pohjaksi haastateltiin VTT:n eri tutkimusalueiden asiantuntijoita sekä tunnistettiin elintarvikeketjun muutokseen vaikuttavia trendejä ja tärkeimpiä muutosta edesauttavia osaamisalueita yhdessä asiantuntijoiden kanssa työpajoissa ja ryhmäkeskusteluissa. Näkemyksiä kerättiin sisäisesti myös kyselyn avulla.

Tämän jälkeen tiekarttaa koonnuttu työryhmä määritteli alustavasti kolme muutospolkua, joita arvioitiin ja työstettiin eteenpäin VTT:n eri tutkimusalueiden asiantuntijoiden kesken järjestetyssä työpajassa 1.9.2016. Tässä työpajassa muutospolut sekä niitä mahdollistavat teknologiat

ja kyvykkyydet sekä tarvittavat kehitysaskeleet täsmentyivät. Työpajassa visioitiin myös uuden elintarviketalouden mahdollisia ratkaisuja, joiden pohjalta alettiin kolmannessa, 5.10.2016 pidetyssä työpajassa, rakentaa tulevaisuuden liiketoimintamalleja yhteistyössä elintarvikealan toimijoiden kanssa.

Työpajojen jälkeen työryhmä kävi yhdessä läpi syntyneitä aineistoa, ja rakensi sen sekä taustakirjallisuuden avulla ehdotukset lopulliseksi visioksi ja muutospoluiksi sekä uutta elintarviketaloutta edistäviksi toimenpidesuosituksiksi. Tuotettu tiekarttaehdotus esiteltiin 1.12.2016 pidetyssä työpajassa elintarvikealan toimijoille, ja se muokattiin lopulliseen muotoonsa työpajassa käydyn keskustelun pohjalta.

### Haastatellut, VTT:

Aminoff Anna  
Harjuma Marja  
Kaikkonen Jari  
Kuusisto Olli  
Lantto Raija  
Peltola Johannes  
Pennanen Kyösti  
Pursula Pekka  
Puukko Pasi  
Rikkola Riku  
Ruohomäki Ismo  
Seisto Anu  
Seppä Heikki  
Siltanen Sanni  
Sipponen Mika  
Smolander Maria  
Södergård Caj  
Teppola Pekka  
Valkokari Katri  
Wilhelmson Annika

### Osallistujalista: työpaja 1.9.2016

Aminoff Anna  
Hakala Terhi  
Harjuma Marja  
Kaikkonen Jari  
Kaukovirta-Norja Anu  
Kuusisto Olli  
Nakari-Setälä Tiina  
Nordlund Emilia  
Paasi Jaakko  
Plomp Johan  
Poutanen Kaisa  
Puukko Pasi  
Seisto Anu  
Seppä Heikki  
Södergård Caj  
Sözer Nesli  
Teppola Pekka  
Utriainen Mikko  
Vehmas Kaisa  
Vähä-Nissi Mika  
Wilhelmson Annika  
Åkerman Maria



**Osallistujalista: työpaja 5.10.2016**

Aminoff Anna, VTT Oy  
Helminen Leena, Apetit Oyj  
Hemilä Jukka, VTT Oy  
Isotupa Minna, FPI partners Oy  
Jokinen Juha, Metos Oy Ab  
Jurvanen Petri, Metos Oy Ab  
Kaukovirta-Norja Anu, Valio Oy  
Kiiskinen Aila, Leipurin Oyj  
Kukkurainen Mika, Raisio Oyj  
Maunuksela Jyri, St1 Nordic Oy  
Miettinen Minja, Valio Oy  
Noponen Riitta, 3DTech Oy  
Nordlund Emilia, VTT Oy  
Nykopp Gunilla, Metsä Board Oyj  
Paasi Jaakko, VTT Oy  
Poutanen Kaisa, VTT Oy  
Roine Atte, 1 solution hub Oy  
Salenius-Mela Riitta, Helsingin Mylly Oy  
Siitonen Simo, Stora Enso Oyj  
Toivonen Petri, Kesko Oyj  
Vanhanen Arja, Metsä Board Oyj  
Vehmas Kaisa, VTT Oy  
Viljanen Kaija, AvenaNordic Grain Oy / Apetit Oyj  
Vuorinen Kari, Plantui Oy  
Weigh Jutta, Miils  
Åkerman Maria, VTT Oy

**Osallistujalista: työpaja 1.12.2016**

Isotupa Minna, FPI partners Oy  
Jokinen Juha, Metos Oy Ab  
Kukkurainen Mika, Raisio Oyj  
Miettinen Minja, Valio Oy  
Noponen Riitta, 3DTech Oy  
Nordlund Emilia, VTT Oy  
Paasi Jaakko, VTT Oy  
Poutanen Kaisa, VTT Oy  
Salenius-Mela Riitta, Helsingin Mylly Oy  
Tuomola Mika, HKScan Finland Oy  
Vehmas Kaisa, VTT Oy  
Åkerman Maria, VTT Oy

## LÄHTEET

1. FoodDrinkEurope. European Food and Drink Industry 2016, Data & Trends.; 2016.
2. World Health Organization, WHO. Global Status Report on Noncommunicable Diseases.; 2014.
3. Kagermann H, Wahlster W, Helbig J. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0.; 2013.
4. Food Engineering. The World's Top 100 Food and Beverage Companies of 2015. <http://www.foodengineeringmag.com/top-100-food-&-beverage-companies-2015>. 2015; Viitattu 8. joulukuuta, 2016.
5. FoodDrinkEurope. European Food and Drink Industry 2014-2015, Data & Trends.; 2015.
6. Päivittäistavara- ja elintarviketeollisuusliitto ry. Päivittäistavaroitten myynti myymälätyypeittäin 2002–2015.; 2015.
7. Food Marketing Institution. Supermarket Facts. <http://www.fmi.org/research-resources/supermarket-facts>. 2015; Viitattu 5. joulukuuta, 2016.
8. Gereffi G, Lee J. Why the World Suddenly Cares About Global Supply Chains. *J Supply Chain Manag.* 2012;48(3):24–32. doi:10.1111/j.1745-493X.2012.03271.x.
9. Stenmarck Å, Jensen C, Quested T, Moates G. Estimates of European food waste levels.; 2016. ISBN 978-91-88319-01-2.
10. Berg J. ETL:n jäte- ja sivuvirtaselvitys 2016.; Elintarviketeollisuusliitto ETL, 2016.
11. Jalava M, Kummumäki M, Porkka M, Siebert S, Varis O. Diet change - A solution to reduce water use? *Environ Res Lett.* 2014;9(7). doi:10.1088/1748-9326/9/7/074016.
12. European Environment Agency, EEA. Agriculture and climate change.; 2015. doi:10.1126/science.257.5066.9.
13. Environmental Protection Agency, EPA US. Sources of Greenhouse Gas Emissions. <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions#agriculture>. 2016; Viitattu 22. marraskuuta, 2016.
14. Maailman luonnonsäätiö, WWF. Suomalaiset kuluttivat jo oman osansa tämän vuoden luonnonvaroista. <https://wwf.fi/wwf-suomi/viestinta/uutiset-ja-tiedotteet/Suomalaiset-kuluttivat-jo-oman-osansa-taman-vuoden-luonnonvaroista-2716.a>. 2016; Viitattu 28. marraskuuta, 2016.
15. Frost&Sullivan. Growth Opportunity Analysis of the European Food and Beverage Market, 2016. <http://www.frost.com/sublib/display-report.do?id=9AB8-00-12-00-00>. Viitattu 30. marraskuuta, 2016.
16. Manyika J, Lund S, Bughin J, Woetzel J, Stamenov K, Dhringra D. Digital Globalization: The New Era of Global Flows.; McKinsey Global Institute; 2016.
17. Bamber A. Funding the Food Commons. <https://www.cuttingedgecapital.com/foodcommons/>. 2014; Viitattu 2. joulukuuta, 2016.
18. Juhanko J, Jurvansuu M, Ahlqvist T, Ailisto H, Alahuhta P, Collin J, Halen M, Heikkilä T, Kortelainen H, Mäntylä M, Seppälä T, Sallinen M, Simons M, Tuominen A. Suomalainen teollinen internet – haasteesta mahdollisuudeksi: taustoittava kooste.; Elinkeinoelämän tutkimuslaitos ETLA; 2015.

19. Ailisto H, Mäntylä M, Seppälä T, Collin J, Halén M, Juhanko J, Jurvansuu M, Koivisto R, Kortelainen H, Simons M, Tuominen A, Uusitalo T. Suomi – Teollisen Internetin Piilaakso, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 4/2015.; Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta, 2015. ISBN 978-952-287-174-9.
20. Viestintävirasto. Telepalvelujen suhteellinen kehitys. <https://www.viestintavirasto.fi/tilastot/jatutkimukset/tilastot/2016/puhelin-jalaaajakaistapalveluiden kaytonkehitys.html>. 2016; Viitattu 22. marraskuuta, 2016.
21. Hakanen T. IoT is first and foremost about service! Service Science Odyssey. <https://vttserviceodyssey.com/2015/11/25/iot-is-first-and-foremost-about-service/>. 2015; Viitattu 13. lokakuuta, 2016.
22. Taloustieto Oy. Digibarometri 2016. Kaupan liitto, Liikenne- ja viestintäministeriö, Tekes, Teknologiateollisuus ja Verkkoteollisuus. <http://www.digibarometri.fi/>. 2016; Viitattu 10. marraskuuta, 2016.
23. United Nation Department of Economic and Social Affairs Population division. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights.; 2014. doi:10.4054/DemRes.2005.12.9.
24. Statista The Statistical Portal. Finland: Urbanization from 2005 to 2015. <https://www.statista.com/statistics/455824/urbanization-in-finland/>. 2015; Viitattu 24. marraskuuta, 2016.
25. Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. World agriculture: towards 2015 / 2030 - Summary report. Rome; 2002. doi:10.1016/S0264-8377(03)00047-4.
26. United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division. World population prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables.; 2015. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
27. Alexandratos N, Bruinsma J. World agriculture: towards 2015/2030: the 2012 revision. FAO, Rome; 2012. doi:10.1016/S0264-8377(03)00047-4.
28. Wellesley L, Happer C, Froggatt A. Changing Climate, Changing Diets - Pathways to Lower Meat Consumption.; Chatham House; The Royal Institute of International Affairs; 2015. ISBN 978-1-78413-055-8.
29. World Health Organization WHO. Availability and changes in consumption of animal products. Global and regional food consumption patterns and trends. [http://www.who.int/nutrition/topics/3\\_foodconsumption/en/index4.html](http://www.who.int/nutrition/topics/3_foodconsumption/en/index4.html). 2016; Viitattu 24. marraskuuta, 2016.
30. Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. World agriculture : towards 2015 / 2030 - An FAO Perspective.; 2002. doi:10.1016/S0264-8377(03)00047-4.
31. Bryngelsson D, Wirsenius S, Hedenus F, Sonesson U. How can the EU climate targets be met? A combined analysis of technological and demand-side changes in food and agriculture. Food Policy. 2016;59:152–164. doi:10.1016/j.foodpol.2015.12.012.
32. Buckwell A, Nadeu E. Nutrient Recovery and Reuse (NRR) in European agriculture. A review of the issues, opportunities, and actions. The Rural Investment Support for Europe (RISE) Foundation; Brussels; 2016.
33. Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. The spectrum of malnutrition.; 2015.
34. Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO, International Fund for Agricultural Development IFAD, World Food Programme WFP. The State of Food Insecurity

in the World: Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress. Rome; 2015. doi:14646E/1/05.15.

35. Bloom DE, Cafiero ET, Jané-Llopis E, Abrahams-Gessel S, Bloom LR, Fathima S, Feigl AB, Gaziano T, Mowafi M, Pandya A, Prettner K, Rosenberg L, Seligman B, Stein AZ, Weinstein C. The Global Economic Burden of Noncommunicable Diseases. World Economic Forum ; Geneva; 2011.

36. World Health Organization WHO. Keep fit for life. Meeting the nutritional needs of older persons.; 2002. doi:10.1177/146642400312300228.

37. Kempas K. S-ryhmä alkaa kerätä asiakkaiden ostotietoja aiempaa tarkemmin – rekisteröidään tuotteen tarkkuudella. Helsingin Sanomat. <http://www.hs.fi/talous/art-2000002912934.html>., 2016; Viitattu 8. joulukuuta, 2016.

38. Kesko. Keskon Vuosiraportti 2015.; 2015.

39. Pirog RS, Van Pelt T, Enshayan K, Cook E. Food, Fuel, and Freeways : An Iowa perspective on how far food travels, fuel usage, and greenhouse gas emissions. Leopold Cent Pubs Pap.; Paper 3; 2001

40. Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK. MTK avasi ruuan verkkokaupan – syynä halpuuttaminen ja tuottajien heikentynyt asema elintarvikeketjussa. [https://www.mtk.fi/ajankohtaista/tiedotteet/tiedotteet\\_2016/elokuu/fi\\_FI/ruokaasuomestafi/](https://www.mtk.fi/ajankohtaista/tiedotteet/tiedotteet_2016/elokuu/fi_FI/ruokaasuomestafi/).; 2016; Viitattu 8. joulukuuta, 2016.

41. Backman J. Kasvintuotantojärjestelmien digitalisaation tiekartta. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 71/2015. Luonnonvarakeskus Luke; 2015. ISBN: 978-952-326-150-1.

42. Arthur R. The factory of the future: 'From mass production to mass customization'. BeverageDaily.com. [http://www.beveragedaily.com/Processing-Packaging/Gebo-Cermex-agility-4.0-and-the-factory-of-the-future?utm\\_source=newsletter\\_daily&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=GIN\\_FNd&c=di8HDmKsWPbRuWPDxDNT1YZ8WeojB%2FLu&p2=](http://www.beveragedaily.com/Processing-Packaging/Gebo-Cermex-agility-4.0-and-the-factory-of-the-future?utm_source=newsletter_daily&utm_medium=email&utm_campaign=GIN_FNd&c=di8HDmKsWPbRuWPDxDNT1YZ8WeojB%2FLu&p2=)).; 2016; Viitattu 13. joulukuuta, 2016.

43. Ala-Risku P. Kokeilitko näitä 2000-luvun ruokatrendejä? Professori kertoo, miksi kasvisruoka on tullut jäädäkseen. Helsingin Sanomat. <http://www.hs.fi/ruoka/art-2000002928021.html>; 2016, Viitattu 8. joulukuuta, 2016.

44. van Huis A, van Itterbeeck J, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir G, Vantomme P. Edible insects. Future prospects for food and feed security. Paper 171. Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO Rome; 2013. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.

45. Oonincx DGAB, de Boer IJM. Environmental Impact of the Production of Mealworms as a Protein Source for Humans - A Life Cycle Assessment. PLoS One. 2012;7(12):1–5. doi:10.1371/journal.pone.0051145.

46. Smetana S, Mathys A, Heinz V. Challenges of Life Cycle Assessment for insect-based feed and food; Konferenssijulkaisu, INSECTA 2015 symposium; 2015.

47. van Huis A. Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security. Annu Rev Entomol. 2012;58:563–583. doi:10.1146/annurev-ento-120811-153704.

48. Committee on Industrialization of Biology. Industrialization of Biology: A Roadmap to Accelerate the Advanced Manufacturing of Chemicals.; National Research Council of the National Academies; 2015. doi:10.1021/acssynbio.5b00190.

49. Greene CH, Huntley ME, Archibald I, Gerber LN, Sills DL, Granados J, Tester JW, Beal CM, Walsh MJ, Bidigare RR, Brown SL, Cochlan WP, Johnson ZI, Lei XG, Machesky SC, Redalje DG, Richardson RE, Kiron V, and Corless V. Marine microalgae: Climate, energy, and food security from the sea. *Oceanography*. 2016;29(4). doi:10.5670/oceanog.2016.91.
50. Bonny SPF, Gardner GE, Pethick DW, Hocquette JF. What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry? *J Integr Agric*. 2015;14(2):255–263. doi:10.1016/S2095-3119(14)60888-1.
51. Sitra. Kierrolla kärkeen, Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016–2025, Sitran selvityksiä 117.; 2016.
52. Antikainen M, Federley M, Honkatukia J, Kivikytö-Reponen P, Kohl J, Laine-Ylijoki J, Lantto R, Seisto A, Pajula T. Talous kasvuun uusin ajatuksin; Kiertotalouden keinovalikoima käyttöön, VTT – POLICY BRIEF 1/2016.; 2016.
53. Hagel III J, Seely Brown J, Samoylova T, Lobaugh KM, Goel N. The Retail Transformation: Cultivating choice, experience, and trust, A report in the Future of the Business Landscape series, Deloitte University Press; 2015.
54. Canning M, Eamonn K. Business ecosystems come of age, Part of the Business Trends series, Deloitte University Press; 2015.
55. VTT. VTT vuonna 2020: vaikuttavuutta tieteen ja teknologian erinomaisuudesta. <http://www.vtt.fi/tietoa-meistä/strategia>; 2016; Viitattu 13. joulukuuta, 2016.
56. Maa- ja metsätalousministeriö. Ruokapoliittinen selonteko – #ruoka2030. <http://mmm.fi/ruoka2030>.; 2016; Viitattu 13. joulukuuta, 2016.
57. European Technology Platform, Food for Life Finland. Kansallinen elintarviketutkimusstrategia: Kestävä ja kannattava tuotanto sekä hyvinvoiva kuluttaja luovat perustan suomalaisen elintarvikeketjun menestykselle.; 2011.
58. European Technology Platform ETP Food for Life. Strategic Research and Innovation Agenda (2015-2020 and Beyond): Implementation Plan under Horizon 2020. <http://etp.fooddrinkeurope.eu/news-and-publications/news/2-strategic-research-and-innovation-agenda-2015-2020-and-beyond-implementation-plan-under-horizon-2020.html>.; 2016; Viitattu 13. joulukuuta, 2016.
59. European Institution of Innovation and Technology EIT. EIT Food. <https://eit.europa.eu/eit-community/eit-food>.; 2016; Viitattu 13. joulukuuta, 2016.
60. Motiva. Teollisten symbioosien edistämisen toimintamalli – FISS. [http://www.motiva.fi/toimialueet/teolliset\\_symbioosit](http://www.motiva.fi/toimialueet/teolliset_symbioosit).; 2016; Viitattu 13. joulukuuta, 2016.
61. VTT. Digital transformation - one step ahead. <http://www.vttresearch.com/services/digital-society/data-driven-solutions/digital-transformation>.; 2015; Viitattu 13. joulukuuta, 2016.



<b>Nimike</b>	<b>Elintarviketalous 4.0</b> <b>VTT:n visio älykkään, kuluttajakeskeisen ruokatuotannon aikakauteen</b>
<b>Tekijät</b>	Kaisa Poutanen, Emilia Nordlund, Jaakko Paasi, Kaisa Vehmas, Maria Åkerman
<b>Tiivistelmä</b>	<p>VTT on visioinut muutospolkuja uuteen 2000-luvun älykkään ruokatuotannon aikakauteen, jossa fyysinen tuotanto sulautuu digitaalisuuden hyödyntämisen kanssa uudeksi elintarviketaloudeksi. Elintarviketalous 4.0 on kuluttajakeskeinen kestävä kehityksen ekosysteemi, joka uusin tavoin yhdistää perinteisiä ja uusia elintarviketalouden toimijoita loppukäyttäjiin.</p> <p>Elintarviketalous 4.0 visiossa kuluttajan aktiivisuus ruokavalinnoissa kasvaa digitaalisuuden voimaannuttamana. Raaka-aineet hyödynnetään nykyistä tehokkaammin, ja osa raaka-aineista tuotetaan uusien tuotantotapojen avulla. Yksilölliset ratkaisut ja palvelut vahvistavat ruuan roolia arvojen osoittamisessa sekä terveyden ja elinvoimaisuuden tukemisessa.</p> <p>Työssä rakennettiin kolme muutospolkuja uuteen elintarviketalouteen yhdessä VTT:n monialaisen asiantuntijaryhmän sekä elintarvikealan yritysten edustajien kanssa: 1) Massatuotannosta yksilöllisiin ratkaisuihin, 2) Keskittyneestä ketterään valmistukseen ja jakeluun, 3) Horisontaalisesta vertikaaliseen ruuantuotantoon. Muutospolkujen osalta on tunnistettu ja määritelty tulevaisuuskuvat sekä muutoksen mahdollistajat ja tarvittavat kehitysaskleet.</p> <p>Elintarviketalous 4.0:ssa on paljon mahdollisuuksia uuden liiketoiminnan synnyttämiselle. Yritysten laajamittainen menestyminen edellyttää perinteiset toimialarajat ylittävää yhteistyötä niin yritysten kuin ministeriöiden kesken, jotta luodaan suotuisat puitteet innovoida ja kehittää vientiä.</p>
<b>ISBN, ISSN, URN</b>	<p>ISBN 978-951-38-8499-4 (painettu)</p> <p>ISBN 978-951-38-8500-7 (sähköinen)</p> <p>ISSN-L 2242-1157</p> <p>ISSN 2242-1157 (painettu)</p> <p>ISSN 2242-1165 (sähköinen)</p> <p><a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8500-7">http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8500-7</a></p>
<b>Julkaisu-aika</b>	Tammikuu 2017
<b>Kieli</b>	suomi, englannin tiivistelmä
<b>Sivumäärä</b>	51 s.
<b>Avainsanat</b>	Ruoka, valmistus, prosumerismi, jakelu, digitalisaatio, liiketoimintaekosysteemi
<b>Julkaisija</b>	<p>Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy</p> <p>PL 1000</p> <p>FI-02044 VTT</p> <p>Puh. +358 20 722 111</p>





<b>Title</b>	<b>Food economy 4.0</b> <b>VTT's vision towards intelligent, consumer-centric food production</b>
<b>Authors</b>	Kaisa Poutanen, Emilia Nordlund, Jaakko Paasi, Kaisa Vehmas, Maria Åkerman
<b>Abstract</b>	<p>VTT has made vision paths towards a new intelligent food system of the 21st century, where physical production is fused with digital solutions to make a new food economy. Food Economy 4.0 is a consumer-centric sustainable ecosystem, which in new ways combines end users with traditional and new food supply operators.</p> <p>In the vision of Food Economy, 4.0 digitalization enables consumers to have a more active role in food choices. Raw materials will be used more efficiently than currently, and part of the raw materials will be produced using new production technologies. Personalized solutions and services will strengthen the role of food in manifesting of values, as well as in supporting wellness and vitality.</p> <p>We have built three vision paths towards a new food economy in collaboration with a multidisciplinary expert team of colleagues from VTT and commercial operators of the food system. The paths are 1) From mass production to personalized solutions, 2) From centralized to agile manufacturing and delivery, and 3) From horizontal to vertical food production. For each of these, we have identified and determined the visions as well as enablers of change and the development steps needed.</p> <p>Food Economy 4.0 offers many opportunities for creation of new business. To accomplish this we need to cross the borders of different branches in many ways. New innovations and technologies of the new supply system will be have even more international markets than traditional food products.</p>
<b>ISBN, ISSN, URN</b>	ISBN 978-951-38-8499-4 (print) ISBN 978-951-38-8500-7 (online) ISSN-L 2242-1157 ISSN 2242-1157 (print) ISSN 2242-1165 (online) <a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8500-7">http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8500-7</a>
<b>Date</b>	January 2017
<b>Language</b>	Finnish, English abstract
<b>Pages</b>	51 p.
<b>Keywords</b>	Food, manufacturing, prosumerism, delivery, digitalization, business ecosystem
<b>Publisher</b>	VTT Technical Research Centre of Finland Ltd P.O. Box 1000 FI-02044 VTT, Finland Tel. +358 20 722 111



## VTT:n julkaisut

VTT:läiset julkaisevat tutkimustuloksia ulkomaisissa ja kotimaisissa tieteellisissä lehdissä, ammattilehdissä ja julkaisusarjoissa, kirjoina, konferenssisitelminä, patenteina sekä VTT:n omissa sarjoissa. VTT:n julkaisusarjat ovat VTT Visions, VTT Science, VTT Technology ja VTT Research Highlights. Sarjoissa ilmestyy vuosittain noin sata korkeatasoista tiede- ja ammattijulkaisua. Julkaisut ilmestyvät verkossa ja suurin osa myös painettuna.

### VTT Visions

Sarja sisältää tulevaisuudennäkymiä ja ennakoiteja VTT:n näkemyksen mukaan merkittävistä teknologisista, yhteiskunnallisista ja liiketoiminnallisista teemoista. Sarja on suunnattu erityisesti yritysten ja julkishallinnon päättäjille ja asiantuntijoille.

### VTT Science

Sarja tuo esille VTT:n tieteellistä osaamista. Siinä ilmestyy väitöskirjoja ja muita vertaisarvioituja julkaisuja. Sarja on suunnattu erityisesti tutkijoille ja tiedeyhteisölle.

### VTT Technology

Sarja sisältää julkisten tutkimusprojektien tuloksia, teknologia- ja markkinakatsauksia, kirjallisuustutkimuksia, oppaita ja VTT:n järjestämien konferenssien esitelmää. Sarja on suunnattu ammattipiireille, kehittäjille ja soveltajille.

### VTT Research Highlights

Sarjassa esitellään tiiviissä muodossa VTT:n valittujen tutkimusalueiden uusimpia tuloksia, ratkaisuja ja vaikuttavuutta. Kohderyhmänä ovat asiakkaat, päättäjät ja yhteistyökumppanit.

# Elintarviketalous 4.0

## VTT:n visio älykkään, kuluttajakeskeisen ruokatuotannon aikakauteen

Miten ruokaa riittää kaikille? Miten ruoka tuotetaan maapalloa ja ilmakehää vaalien? Miten ja mistä ostamme ruuan? Miten tietotekniikka vaikuttaa ruokatuotannon hallintaan?

Kansainvälistyminen, kaupungistuminen ja ikääntyminen muuttavat kuluttajaa ja elinympäristöä. Ruoka on jatkossa tuotettava yhä pienemmin panoksin digitaalisille, tiedostavalle ja vaativalle kuluttajalle. Ruuan tulee tukea terveyden säilyttämistä. Millainen on uusi Elintarviketalous 4.0, joka vastaa näihin haasteisiin?

Tässä julkaisussa kuvattu tiekarttatyö tunnisti kolme muutospolkua kohti Elintarviketaloutta 4.0:aa, jossa fyysinen tuotanto sulautuu digitaalisuuden hyödyntämisen kanssa. Tuloksena on kuluttajakeskeinen kestävä kehityksen ekosysteemi, jossa on myös aivan uusia liiketoimintamalleja.



ISBN 978-951-38-8499-4 (painettu)

ISBN 978-951-38-8500-7 (sähköinen)

ISSN-L 2242-1157

ISSN 2242-1157 (painettu)

ISSN 2242-1165 (sähköinen)

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8500-7>