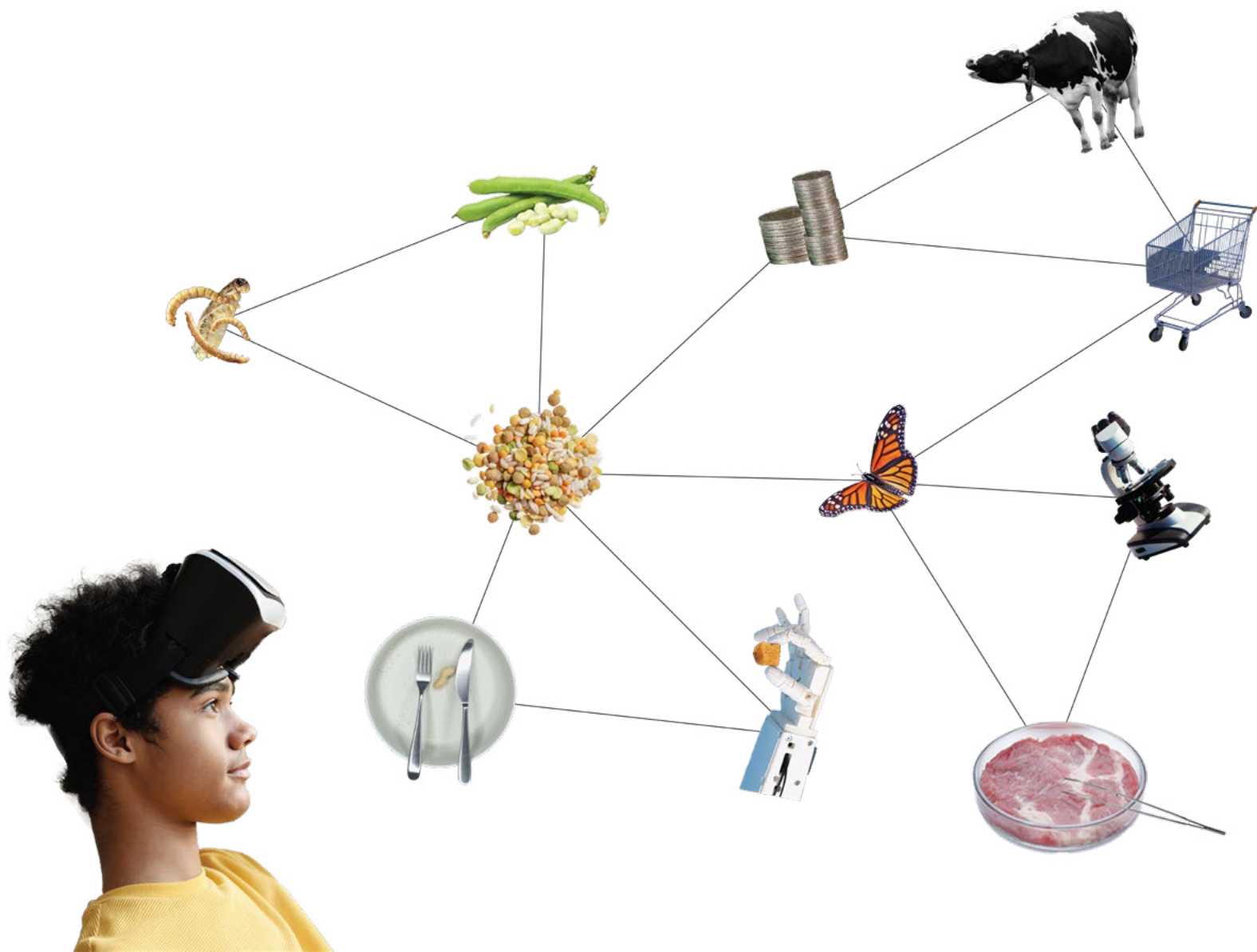


KASVIPOHJAISET JA SOLUMAATALOUDEN TUOTTEET SUOMEN RUOKAJÄRJESTELMÄN MURROKSESSA

Kohti vuotta 2050

**Pasi Pohjolainen, Markus Vinnari, Marja Roitto, Venla Ala-Harja,
Natasha Järviö ja Hanna Tuomisto (Helsingin yliopisto)**



© Sitra 2023

Sitran selvityksiä 232

Kasvipohjaiset ja solumaatalouden tuotteet Suomen ruokajärjestelmän murroksessa
Kohti vuotta 2050

Kirjoittajat: Pasi Pohjolainen, Markus Vinnari, Marja Roitto, Venla Ala-Harja, Natasha Järviö ja Hanna Tuomisto (Helsingin yliopisto).

Pasi Pohjolainen ja Markus Vinnari ovat vastanneet ensisijaisesti selvityksen luvuista 1, 2 (kulutusosiot), 3, 4, 5, 6 ja 8. Marja Roitto, Venla Ala-Harja, Natasha Järviö ja Hanna Tuomisto ovat vastanneet ensisijaisesti selvityksen luvuista 2 (tuotanto-osiot) ja 7.

Sitran työryhmä: Anu Mänty, Liisa Pietola, Tuuli Hietaniemi, Vilma Turkki ja Antti Lehtinen.

Kannen kuva: Aino Aittasalo, Sitra.

Taitto: PunaMusta Oy

ISBN 978-952-347-328-7 (PDF) www.sitra.fi

ISSN 1796-7112 (PDF) www.sitra.fi

SITRAN SELVITYKSIÄ -sarjassa julkaistaan Sitran tulevaisuustyön ja kokeilujen tuloksia.

Sisällys

Esipuhe	2
Tiivistelmä	3
Sammanfattning	7
Summary	11
1 Johdanto	15
2 Suomalainen ruoantuotanto ja -kulutus	18
2.1 Tuotantojärjestelmä ja ympäristöhaasteet	18
2.2 Eläinperäisten tuotteiden kulutus- ja tuotantomäärät	20
2.3 Eläinperäisille tuotteille vaihtoehtoiset ratkaisut ja kulutusmuutosten mahdollisuudet	24
3 Empiiriset lähestymistavat: käsitteet, aineistot ja menetelmät	27
3.1 Kestävyysemurroksen ymmärtäminen	27
3.2 Delfoi-asiantuntijaprosessi	30
3.3 Kuluttajakysely	31
4 Arviot kulutusmääristä, muutostekijöistä ja keskeisistä toimijoista ruokamurroksessa	33
4.1 Mitä eri tuoteryhmien kulutusmääräksi arvioidaan vuonna 2050?	33
4.2 Mitkä ovat murroksen kannalta keskeisiä muutostekijöitä?	34
4.3 Ketkä nähdään murroksen avaintoimijoina ja keillä on vastuu?	38
5 Kuluttajakokemukset ruokamurroksesta	41
5.1 Mitä eläinperäisten tuotteiden kulutuksesta tiedetään?	41
5.2 Miten hyvin kasvipohjaiset ja solumaatalouden tuotteet tunnetaan?	42
5.3 Missä määrin vaihtoehtoisten tuotteiden käytöstä ollaan kiinnostuneita?	44
5.4 Mitkä tekijät rajaavat tai motivoivat käyttöhalukkuutta?	46
6 Kolme ruokajärjestelmän murrospolkua kohti vuotta 2050	51
6.1 Murrospolkujen taustaa	51
6.2 Murrospolku: Kriisistä perinteisiin	55
6.3 Murrospolku: Vahvan ruokapolitiikan Suomi	57
6.4 Murrospolku: Maailmanlaajuinen valtapeli	59
7 Maankäyttö- ja energiankulutuslaskennat murrospoluissa	61
7.1 Laskelmien aineistot ja menetelmät	61
7.2 Murrospolut vertailuissa: maankäyttö	63
7.3 Vapautuva viljelyala: maankäytön muutokset	65
7.4 Solumaatalous syö energiaa	67
8 Yhteenveto ja päätelmät	71
Lähteet	76
Kirjoittajista	84

Esipuhe

Hyvinvointi luonnon kantokyvyn rajoissa edellyttää muutoksia kulutustottumuksiin ja luonnonvarojen käyttöön. Ruoka on tämän murroksen keskiössä.

Sitra käynnisti vuonna 2021 Elintarviketuotannon murros -hankkeen yhteistyössä Helsingin yliopiston kanssa. Tavoitteena oli kartoittaa, miten siirtymä kasvipöytäproteiineihin ja solumaatalouden tuotteisiin voisi Suomessa edetä. On oleellista tunnistaa kuluttajien valmiudet muutokseen, jotta hallinto ja elinkeinoelämä voivat tukea siirtymää. Vaikutukset energian ja maankäyttöön on tunnettava, jotta muutos on hallittu ja tuotantoympäristön reunaehdot tunnistettu.

Suomi on pohjoinen maatalousmaa, jossa ruuantuotantoa haastavat lyhyt kasvukausi ja suhteellisen suppea kasvintuotanto. Ilmaston kuumenemisen myötä sääolot ovat yhä arvaamattomampia, mikä vaatii voimallisempaa sopeutumista ja varautumista. Vahvistaaksemme omavaraisuutta meidän on haettava vaihtoehtoja, jotka toimivat Suomen ilmasto- ja maaperäoloissa.

Solumaataloudella ja kasvipöytäproteiineilla on tärkeä rooli muutoksessa kohti kestävää ruokavaliota, jossa ruuantuotannon ympäristövaikutukset eivät ylitä maapallon kantokykyä. Parhaimmillaan elintarviketuotanto sopeutuu alueelliseen luonnon kantokykyyn ja tasapainottaa ravitsemusvajetta vaihtoehtoisilla kestäväillä proteiiniähteillä. Samaan aikaan tulee tiedostaa, ettei ruokavaliomme saa heikentää ilmastoa tai luontoa muualla maailmassa.

Tämä selvitys tarjoaa ennakoivaa perustutkimusta ja eväitä, joiden avulla Suomen ruokajärjestelmän murrosta voidaan johtaa kohti toivottavia tulevaisuuksia. Selvityksessä hahmotellaan kolme proteiiniähteen polkua ja niiden vaikutukset energiankulutukseen, maankäyttöön ja aluetalouteen. Uutuusarvoa tuovat energian- ja maankäytön laskelmat. Maankäytön vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen vaativat vielä jatkotyötä samoin kuin uusien proteiiniähteen vaikutukset ravitsemukseen.

Haluamme kiittää Helsingin yliopiston tutkijoita, ohjausryhmää, Sitran asiantuntijatiimiä ja verkkotapahtumiimme osallistuneita aktiivisesta keskustelusta. Toivomme, että uusi tutkimustieto herättää ajatuksia ja yhteistyötä polulla kohti tieteen viitoittamaa ja luonnonoloisamme toimivaa, hyväksyttävää ruokajärjestelmää.

Helsingissä 19.4.2023

Anu Mänty

Johtava asiantuntija, kestävyysratkaisut
Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra

Liisa Pietola

Johtava asiantuntija, kestävyysratkaisut
Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra

Tiivistelmä

Ruokajärjestelmä on murroksessa. Se tarkoittaa perustavanlaatuisia muutoksia siinä, kuinka ruokaa tuotetaan, jalostetaan, jaetaan ja kulutetaan. Taustalla on ihmisen toiminnasta johtuva luonnon kantokyvyn rajojen ylittyminen, mikä vaatii muutoksia kaikessa toiminnassa maailmanlaajuisesti. Ruokajärjestelmän ympäristökuormituksesta suurin osa aiheutuu kotieläintuotannosta. Haasteena onkin eläinperäisten tuotteiden kasvavan kulutuksen taltuttaminen kaikkialla maailmassa.

Murroksella tarkoitetaan muutosta suuremman mittaluokan siirtymää. Ruokajärjestelmä on monimutkainen kokonaisuus. Siksi murros edellyttääkin erilaisten näkökulmien ja toimijoiden huomioimista, jotta se voisi tapahtua kokonaisuutena hyväksyttävällä tavalla.

Tämä selvitys käsittelee suomalaisen ruokajärjestelmän murrosta. Se auttaa hahmottamaan erilaisia uhkia ja mahdollisuuksia, joita liittyy tulevaisuuden tapoihin tuottaa ja kuluttaa ruokaa. Selvityksessä keskitytään erityisesti erilaisiin kasvipohjaisiin ja solumaatalouden ratkaisuihin. Solumaataloudessa hyödynnetään soluviljelytekniikoita ruoantuotannossa esimerkiksi mikrobiproteiinien ja viljellyn lihan tuottamiseen. Tutkimusaineistoina on hyödynnetty sekä asiantuntijoiden että kuluttaja-kansalaisten näkökulmia. Selvitys on osa Helsingin yliopiston tutkimushanketta, jota Sitra rahoittaa.

Tutkimusta varten toteutettiin Delfoi-menetelmään pohjautuva asiantuntijoiden haastatteluprosessi sekä tämän pohjalta rakennettu asiantuntijakysely. Lisäksi toteutettiin kuluttajakysely edustavalla otoksella suomalaisista kuluttaja-kansalaisista. Aineistoilla haaroitettiin ruokajärjestelmän murroksen mahdollisuuksia ja haasteita sekä arvioita eläinperäisten, kasvipohjaisten ja solumaatalouden tuotteiden kulutusmääristä tulevaisuudessa ja kuluttajakokemusta näistä tuotteista.

Näiden aineistojen pohjalta koostettiin kolme erilaista murrospolkua, jotka kuvaavat mahdollisia tapoja, joilla ruokamurros voisi toteutua yhteiskunnallisena ilmiönä. Tutkimuksen tarkoituksena ei siis ole tuottaa ennusteita tai esittää tarkkoja lukuarvoja tulevaisuuden ruokajärjestelmästä. Sen sijaan tavoitteena on tarjota näkökulmia siihen, mitä murros voisi erilaisissa kehityskuluissa tarkoittaa ruokajärjestelmän toiminnalle. Murrospoluille laadittiin lisäksi vaikutusarviot alkutuotannon maan- ja energiankäytön muutoksista.

Selvityksen keskeiset tutkimuskysymykset ovat:

- Minkä suuruisiksi asiantuntijat ja kuluttaja-kansalaiset arvioivat siirtymän kohti kasvipohjaisia ja solumaatalouden tuotteita vuoteen 2050 mennessä?
- Millaisia ruokajärjestelmän tulevaisuutta koskevia tekijöitä ja toimijarooleja asiantuntijat ja kuluttaja-kansalaiset tunnistavat ruokamurroksessa?
- Kuinka kuluttaja-kansalaiset suhtautuvat kasvipohjaisiin ja solumaatalouden tuotteisiin?
- Minkälaisia murrospolkuja tutkimushankkeessa kerättyjen aineistojen pohjalta voidaan hahmotella tarkasteltaessa Suomen ruokajärjestelmän murrosta kohti vuotta 2050?
- Millaisia vaikutuksia eri murrospolkujen mukaisilla kehityskuluilla olisi ruoantuotannon maan- ja energiankäytön tarpeisiin Suomessa vuonna 2050?

Kolme murrospolkua kuvaavat ruokajärjestelmän mahdollisia kehityskulkuja

Kolmesta murrospolusta ensimmäisessä, **Kriisistä perinteisiin**, Suomi panostaa alkuun vahvasti nautakarjaan ja sen tuottamien lopputuotteiden vientiin (katso Taulukko murrospolkujen lopputulemista alla). Samaan aikaan panostetaan myös valkuaisrehun kasvatukseen. Murrospolun keskivaiheilla tapahtuva laaja maailmanlaajuinen pandemia, jonka aiheuttajiksi todetaan siipikarja, kääntää päättäjien ja kuluttajien asenteet negatiivisiksi alan tuotantoa kohtaan ja vahvistaa paikallista, nautakarjaan ja kasvipohjaisiin tuotteisiin painottuvaa omavaraiskehitystä.

Kriisistä perinteisiin -murrospolku osoittaa, että aina ei tiedetä, mikä vaikuttaa lopulta mihinkin tekijään. Murros voi olla luonteeltaan aaltoileva ja tulevaisuus siten yllättävällä tavalla yllättävä. Panostukset vastakkaiselta kuulostavaan kehitykseen voivat lopulta johtaa ennakoimattomaan suuntaan.

Toinen murrospolku, **Vahvan ruokapolitiikan Suomi**, pohjaa terveys- ja ympäristöperustaisen ruokapolitiikan rakentamiseen. Tuotannossa panostetaan monipuolisesti kasviproteiineihin, solumaatalouteen ja eläintuotannossa erityisesti siipikarjaan. Ruokapolitiikkaa pyritään aluksi johtamaan hyvin voimaperäisesti ylhäältä alas. Lyhyellä aikavälillä tämä tuottaa toivottuja tuloksia, mutta 2030-luvulla kansalaisten keskuudessa syntyy vastareaktio, jossa vaaditaan moniäänisempää toimintaa. Tämä johtaa edelleen politiikan ja toimintaympäristön muutokseen. Murrospolku osoittaa, että hyvät aikomukset eivät aina johda toivottuun lopputulemaan, ellei yhteiskunnan eri tahoja ole riittävästi sitoutettu muutokseen.

Kolmannessa murrospolussa, **Maailmanlaajuinen valtapeli**, kehitystä kuvaa nopea solumaatalouden yleistymisen. Valta keskittyy kansainvälisille suuryrityksille, jotka ostavat innovatiivisia pieniä yrityksiä pois markkinoilta. Kehitys vapauttaa huomattavia määriä maatalousmaata muuhun käyttöön. Murroksen vauhdista tulee hetkellisesti kiihtyvää. Samalla jäljelle jäävät eläinperäiset tuotantotilat kasvavat todella suuriksi yksiköiksi, joiden ympäristövaikutus on pistemäistä. Maaseudun perinteiset tuotantorakenteet muuttuvat ja maaseutu autioituu. Kehitys aiheuttaa ongelmia esimerkiksi perinnebiotooppien ylläpidolle, koska laiduntavien eläinten määrä vähenee.

Murrospolku kertoo, että osin hyvä lopputulema voi olla muilta osin epätoivottava.

Maankäyttö ja energiankulutus eri murrospoluissa

Murrospoluissa maankäyttö kehittyä eri tavoin verrattuna nykyiseen maidon- ja lihantuotannon vaatimaan viljelyalaan. Kriisistä perinteisiin -murrospolussa maatalousmaan tarve vuonna 2050 olisi noin 65 prosenttia nykyisestä maidon- ja lihantuotannon käyttämästä maatalousmaasta. Vahvan ruokapolitiikan Suomi -murrospolussa vastaava lukema olisi noin 40 prosenttia ja Maailmanlaajuinen valtapeli -murrospolussa noin 25 prosenttia. Näin kaikissa murrospoluissa viljelysmaata vapautuisi muuhun käyttöön huomattavia määriä. Viljelymaan tarve on sitä pienempi, mitä suurempi solumaataloustuotteiden osuus murrospoluissa on. Esimerkiksi vetyä hapettavien mikrobin tuotanto ei vaadi maatalousmaata ollenkaan.

Murrospolkujen energiankäytössä ei ollut suuria eroja, vaikka niiden tuotantomuodot olivat olennaisesti erilaisia keskenään. Tämä johtuu siitä, että vaikka solumaatalous kuluttaa huomattavasti energiaa, samoin tekee myös nautakarjatalous, jonka osuus Kriisistä perinteisiin -murrospolussa oli suuri. Tässä on kuitenkin hyvä huomioda, että solumaataloudessa energiankulutus on erityisesti sähköä, mutta kotieläintuotteiden ja kasvintuotannon energia on paljolti muita energianlähteitä. Täten solumaatalous todennäköisesti lisää sähkönkulutusta alkutuotannossa.

Murrospolkujen lopputulemat: Suomen ruokajärjestelmä vuonna 2050 eri murrospoluissa

	Kriisistä perinteisiin	Vahvan ruokapolitiikan Suomi	Maa-ilmantalaajuinen valtapeli
TUOTANNON TILA			
Eläinperäinen	Paljon nautakarjatuotteita ja jonkin verran sianlihaa	Paljon siipikarjatuotteita, kohtalaisesti nautakarjatuotteita	Minimaalisesti nautakarjatuotteita, minimaalisesti sianlihaa
Kasvipohjainen	Painotus perinteisissä kasveissa	Monipuolinen tuotanto	Korkea prosessointiaste
Solumaatalous	Pienimuotoista	Kohtalaista	Laajamittaista
YHTEISKUNTA			
Ruokajärjestelmän politiikkaohjaus	Painottuu alkutuotantoon	Monialainen ohjaus ja osallistuminen	Vähän ohjausta, markkinavetoisuus
Kotimainen markkinaympäristö	Paikallistaloudet	Monitahoinen	Globaalien toimijoiden hallussa
Globaali markkinaympäristö	Ei kansainvälisiä vientituotteita	Vahva kotimainen vientisektori	Ulkomaisten merkien sopimusvalmistusta
Kulutuskulttuuri	Perinnetietoisuus, vähän prosessoidut paikalliset tuotteet	Eri kuluttajaryhmät, monipuolinen tuoteympäristö	Kokeilunhaluisuus, korkean teknologian tuotteet
Kansanterveys	Kehittyvä	Laadukas	Vaihteleva
Tiede ja teknologia	Perinnetekniikat	Monipuolinen uudistaminen	Keskittyy Suomen ulkopuolelle
Omavaraisuus	Korkea	Kohtalainen	Heikko
Maatalousympäristön tila	Monimuotoinen paikallinen luonto	Paikallisbiotoopeja ja tehotuotantoa	Maaseudun autoituminen uhkaa perinneympäristöjä
Tartuntataudit	Globaalipandemia	Säädely ympäristö	Ei uhkatekijöitä
Keskeinen yhteiskunnallinen arvo	Kotimaisuus	Kansanterveys	Ympäristökestävyys
Haasteita	Heikko kansainvälisyys	Populismi	Autoituvaa maaseutua

Kokonaisuutena onkin otettava huomioon, että tässä esitettyjen murrospolkujen maankäyttö- ja energialaskemien mallien selityskykyä heikentävät osaltaan puutteet lähtötiedoissa, ja niitä kannattaa tällöin tulkita yksinkertaistettuina suuruusluokka-arvioina maan- ja energiankäytön muutoksista.

Laskelmien pohjalta voidaan siten esimerkiksi todeta, että vaikutukset maankäyttöön voisivat murrospoluissa olla mittaluokaltaan niin suuria, että ne voisivat mahdollistaa esimerkiksi turvepelloista luopumisen Suomessa. Turvepellot muodostavat vain noin 10 prosenttia Suomen nykyisestä peltoalasta, mutta ovat merkittävä maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen lähde.

Toisaalta maankäytön vapautuminen ruoantuotannosta tarjoaa mahdollisuuden myös esimerkiksi perinnebiotooppien hoitoon, mutta on huomioitava, että tähän tarvittavan maanalan laajuutta voidaan pitää maataloussektorin maankäytön kokonaisuutta arvioitaessa verrattain pienenä.

Maankäyttöön voi vaikuttaa myös esimerkiksi Kriisistä perinteisiin -murrospolkuun sisältyvä globaalipandemia, jonka lopputuloksena siipikarjanlihan tuotanto romahtaa. Tällöin siipikarjanlihan korvaaminen nautakarjalla lisää lihasektorin maankäyttöä lähelle nykypäivän

lihankulutuksen tason vaatimia maankäyttömääriä, vaikka maitotuotteiden kulutuksen lasku vähentääkin maankäytön tarvetta selvästi kokonaisuutena. Siten kasvipohjaisen ja solumaatalouden tuotannon suuresta suhteellisesta kulutusosuudesta huolimatta maankäytön tarvetta voidaan tässä murrospolussa pitää lihasektorin osalta huomattavana.

Energiankäytön osalta yhtenä johtopäätöksenä on, että solumaatalouteen perustuvien ratkaisujen mahdollinen yleistymisen tulee todennäköisesti lisäämään ruokajärjestelmän sähkön tarvetta selvästi tulevaisuudessa. Tällöin vihreään sähkөөn pohjaavien ratkaisujen merkitys korostuu ruokajärjestelmän kestävyysmurroksessa.

Miten eteenpäin?

Tämän tutkimuksen yhtenä keskeisenä suosituksena on, että kestäväan ruokajärjestelmään siirtymistä vauhdittamaan Suomen ruokajärjestelmän tulevaisuudesta tulisi laatia tiekartta. Tiekartan laatiminen edellyttää monialaista yhteistyötä kestävyysmurroksen aiheuttamien haasteiden ratkomiseksi. Suomessa tulisikin siirtyä erillisistä maatalous-, terveys- ja ympäristöpolitiikan sektoreista kohti yhteisen ruokapolitiikan rakentamista.

Alan tiekarttaa laatiessa tulisi muistaa, että tiekartan on syytä sisältää myös varautumista yllätyksiin sekä vaihtoehtoisin kehityskulkuihin ja reitteihin, kuten esimerkiksi Kriisistä perinteisiin -murrospolku osoittaa. Samoin olisi syytä miettiä, millä tavalla eri toimenpiteitä kannattaa rakentaa. Tässä voi auttaa esimerkiksi matkan jakaminen erilaisiin etappeihin ja erilaisten yhteiskunnallisten toimijoiden sitouttaminen.

Selvitystyön tavoitteena on auttaa eri toimijoita hahmottamaan vaihtoehtoisia tulevaisuuden mahdollisuuksia ja uhkia, jotka liittyvät eri tapoihin tuottaa ja kuluttaa ruokaa erityisesti erilaisiin kasvipohjaisiin ja solumaatalouden ratkaisuihin kytkeytyen. Esimerkiksi ruokateollisuuden ja ravintolapalvelujen voisi olla hyödyllistä seurata uusien tuotantoteknologioiden kehitystä ja kulutuskulttuurin uusia virtauksia. Selvitystyö auttaa myös politiikkatoimijoita tunnistamaan, mihin ruokajärjestelmän osiin ja teemoihin tulisi keskittyä, jos halutaan tukea ja ohjata murroksen toteutumista. Lisäksi selvitys tarjoaa eväitä kuluttaja-kansalaisille yhteiskunnalliseen keskusteluun osallistumiseksi.

Tutkimuksessa on tarkasteltu murroksen pitkiä kehityskaaria laajasta yhteiskunnallisesta näkökulmasta, jolloin yksityiskohtaisia kysymyksiä aihepiiristä jää myös avonaiseksi. Tutkimuksen pohjalta nousee esimerkiksi seuraavia jatkoselvityskysymyksiä:

- Millaisia kansanterveydellisiä vaikutuksia uusien kasvipohjaisten ja solumaatalouden tuotteiden laajemmalla käyttöön otolla voisi olla?
- Mitä liiketoiminta- ja vientimahdollisuuksia murros tarjoaa suomalaiselle ruokajärjestelmälle esimerkiksi arvonlisäyksen, markkinaehtoisuuden ja vientipotentiaalin näkökulmista?
- Miten uudet ruoantuotannon teknologiat vaikuttavat huoltovarmuuteen?
- Millaisia ympäristövaikutuksia ruokamurroksesta aiheutuisi, kun otetaan huomioon myös maataloudesta vapautuvan maa-alan mahdolliset vaihtoehtoiset käyttömuodot?

Sammanfattning

Livsmedelssystemet befinner sig i ett brytningsskede. Det betyder grundläggande förändringar i hur man producerar, förädlar, distribuerar och konsumerar mat. I bakgrunden finns gränserna för naturens bärkraft som har överskridits på grund av mänsklig verksamhet, vilket kräver förändringar i all verksamhet globalt. Största delen av livsmedelssystemets miljöbelastning orsakas av husdjursproduktionen. En utmaning är att dämpa den ökade konsumtionen av animaliska produkter överallt i världen.

Med brytningsskede avses en övergång i en större storleksklass. Livsmedelssystemet är en komplicerad helhet. Därför förutsätter brytningen att olika synvinklar och aktörer beaktas så att den kan hända på ett helhetsmässigt godtagbart sätt.

Denna utredning behandlar brytningen i det finländska livsmedelssystemet. Den hjälper till att gestalta olika hot och möjligheter som är förknippade med framtidens sätt att producera och konsumera mat. Utredningen fokuserar särskilt på olika växtbaserade och celljordbrukets lösningar. I celljordbruken utnyttjas cellodlingstekniker i matproduktionen till exempel för att producera mikrobproteiner och odlat kött. Som forskningsmaterial har man utnyttjat både experters och konsument-medborgares synpunkter. Utredningen ingår i Helsingfors universitets forskningsprojekt som finansieras av Sitra.

För undersökningen genomfördes en intervjuprocess med experter baserad på Delfimethoden samt en expertenkät som byggdes upp utifrån denna. Dessutom genomfördes en konsumentenkät med ett representativt urval av finländska konsument-medborgare. Med hjälp av materialet gafflade man fram möjligheter och utmaningar i livsmedelssystemets brytningstid samt bedömningar av konsumtionsmängderna av animaliska, växtbaserade och celljordbruksprodukter i framtiden och konsumenterfarenheter av dessa produkter.

Utifrån dessa data sammanställdes tre olika brytningsstigar som beskriver möjliga sätt att genomföra matbrytningen som ett samhällsligt fenomen. Syftet med undersökningen är alltså inte att producera prognoser eller presentera exakta siffror för framtidens livsmedelssystem. Däremot är målet att erbjuda perspektiv på vad en brytningstid i olika utvecklingsförlopp kunde innebära för livsmedelssystemets verksamhet. För brytningsstigarna utarbetade man dessutom konsekvensbedömningar för förändringarna i primärproduktionens mark- och energianvändning.

De centrala forskningsfrågorna i utredningen är:

- Hur stor anser experter och konsumenter att övergången till växtbaserade och celljordbruksprodukter är till år 2050?
- Vilka faktorer och aktörsroller identifierar experter och konsument-medborgare i matbrytningen i det framtida livsmedelssystemet?
- Hur förhåller sig konsument-medborgare till växtbaserade produkter och produkter från celljordbruk?
- Hurdana brytningsstigar kan man skissa upp utifrån de data som samlats in i forskningsprojektet, när man granskar omvälvningen i det finländska livsmedelssystemet mot år 2050?
- Hurdana konsekvenser skulle utvecklingsförlopp enligt olika brytningsstigar ha för behoven av mark- och energianvändning inom matproduktionen 2050?

Tre brytningsstigar beskriver livsmedelssystemets möjliga utvecklingsförlopp

I den första av de tre brytningsstigarna, **Från kris till traditioner**, satsar Finland till en början starkt på nötboskap och exporten av de slutprodukter den producerar (se Tabellen över slutresultatet för brytningsstigarna nedan). Samtidigt satsar man också på odling av proteinfoder. En omfattande global pandemi i mitten av brytningsstigen, som man konstaterar ha orsakats av fjäderfä, förändrar beslutsfattarnas och konsumenternas inställning till sektorns produktion mot ett negativt håll. Detta stärker den lokala självförsörjningen av nötkreatur och växtbaserade produkter.

Brytningsstigen **Från kris till tradition** visar att man inte alltid vet vilka faktorer som slutligen påverkas av vad. Brytningen kan till sin natur vara böljande och framtiden därmed överraskande på ett oväntat sätt. Satsningar på en utveckling som låter motsatt kan slutligen leda till en oförutsägbar utveckling.

Den andra brytningsstigen, **Den starka livsmedelspolitikens Finland**, grundar sig på att bygga en hälso- och miljöbaserad livsmedelspolitik. Inom produktionen satsar man mångsidigt på växtproteiner, celljordbruk och inom djurproduktionen särskilt på fjäderfä. Till en början strävar man efter att leda livsmedelspolitiken mycket intensivt uppifrån och ner. På kort sikt ger detta önskade resultat, men på 2030-talet uppstår en motreaktion bland medborgarna som kräver mer flerstämmig verksamhet. Detta leder vidare till förändringar i politiken och verksamhetsmiljön.

Brytningsstigen visar att goda avsikter inte alltid leder till ett önskat slutresultat, om inte olika aktörer i samhället är tillräckligt förankrade i förändringen.

I den tredje brytningsstigen, **Det globala maktspellet**, kännetecknas utvecklingen av en snabb ökning av celljordbruket. Makten koncentreras till internationella storföretag som köper upp innovativa småföretag från marknaden. Genom utvecklingen frigörs betydande mängder jordbruksmark för annan användning. Hastigheten hos brytningen tilltar tillfälligt. Samtidigt växer de återstående animaliska produktionsanläggningarna till verkligt stora enheter med punkteffekter på miljön. Landsbygdens traditionella produktionsstrukturer förändras och landsbygden avfolkas. Till exempel orsakar utvecklingen problem för underhållet av vårdbiotoper, eftersom antalet betesdjur minskar.

Brytningsstigen visar att ett delvis bra slutresultat till övriga delar kan vara oönskat.

Markanvändning och energiförbrukning i olika brytningsstigar

I brytningsstigarna utvecklas markanvändningen på olika sätt jämfört med den nuvarande odlingsarealen som mjölk- och köttproduktionen kräver. I brytningsstigen **Från kris till tradition** skulle behovet av jordbruksmark år 2050 vara cirka 65 procent av den nuvarande jordbruksmarken som används för mjölk- och köttproduktion. I brytningsstigen **Den starka livsmedelspolitikens Finland** skulle motsvarande siffra vara cirka 40 procent och i **Det globala maktspellet** cirka 25 procent. I alla brytningsstigar skulle betydande mängder odlingsmark frigöras för annan användning. Ju större andel produkterna från celljordbruket är i brytningsstigen, desto mindre är behovet av odlingsmark. Till exempel kräver produktionen av mikrober som oxiderar väte inte alls jordbruksmark.

Det fanns inga stora skillnader i brytningsvägarnas energiförbrukning, även om deras produktionsformer var väsentligt olika sinsemellan. Detta beror på att även om celljordbruket förbrukar mycket energi, gör också nötkreatursskötseln, vars andel i brytningsstigen **Kris till traditioner** var stor. Här är det dock bra att beakta att energiförbrukningen inom celljordbruket i synnerhet är elbaserad, men att energin från husdjursprodukter och växtproduktion till

Slutresultatet av brytningsstigarna: Finlands livsmedelssystem år 2050 i olika brytningsstigar.

	Från kris till traditioner	Den starka livsmedelspolitikens Finland	Det globala maktspelet
PRODUKTIONENS STATUS			
Animaliskt	Mycket nötkreatursprodukter och en del svinkött	Många fjäderfäprodukter, måttligt med nötkreatursprodukter	Minimalt nötkreatursprodukter, minimalt svinkött
Växtbaserad	Betoning på traditionella växter	Mångsidig produktion	Hög processeringsgrad
Celljordbruk	Småskaligt	Måttligt	Omfattande
SAMHÄLLET			
Politisk styrning av livsmedelssystemet	Fokus på primärproduktionen	Sektorsövergripande styrning och deltagande	Lite styrning, marknadsdrivenhet
Inhemsk marknadsmiljö	Lokala ekonomier	Mångsidig	Innehas av globala aktörer
Global marknadsmiljö	Inga internationella exportprodukter	Stark inhemsk exportsektor	Avtallstillverkning för utländska märken
Konsumtionskultur	Traditionsmedvetenhet, lite processade lokala produkter	Olika konsumentgrupper, mångsidig produktmiljö	Experimentlust, högtekniska produkter
Folkhälsa	Utvecklingsbaserad	Högklassig	Varierande
Vetenskap och teknik	Traditionella tekniker	Mångsidig förnyelse	Koncentreras utanför Finland
Självförsörjning	Hög	Måttlig	Dåligt
Jordbruksmiljöns tillstånd	Mångsidig lokal natur	Lokalbiotoper och intensivproduktion	Avfolkningen av landsbygden hotar vårdbiotoperna
Smittsamma sjukdomar	Global pandemi	Reglerad miljö	Inga hotfaktorer
Värde miljöns spets	Inhemskt ursprung	Folkhälsa	Miljö hållbarhet
Utmaningar	Svag internationalism	Populism	Landsbygd som avfolkas

stor del är andra energikällor. Således ökar celljordbruket sannolikt elförbrukningen inom primärproduktionen.

Som en helhet bör man beakta att förklaringsförmågan till de modeller för markanvändnings- och energiberäkningar som presenteras här försämras av brister i utgångsuppgifterna. Därför lönar det sig att tolka dem som förenklade uppskattningar av storleksklassen hos förändringarna i mark- och energianvändningen.

Utifrån beräkningarna kan man således till exempel konstatera att konsekvenserna för markanvändningen i brytningsstigarna kan vara så stora, att det kan bli möjligt att till exempel avstå från torvåkrar i Finland. Torvåkrarna utgör endast cirka 10 procent av Finlands nuvarande åkerareal, men är en betydande källa till växthusgasutsläpp från jordbruket.

Å andra sidan erbjuder mark som frigjorts från livsmedelsproduktionen också en möjlighet för till exempel vård av vårdbiotoper, men man bör beakta att omfattningen av den markareal som behövs för detta kan anses vara relativt liten när man bedömer jordbrukssektorns markanvändning som en helhet.

Markanvändningen kan också påverkas till exempel av den globala pandemi som ingår i brytningsstigen Från kris till traditioner, som leder till att fjäderfäproduktionen rasar. När fjäderfä ersätts med nötkött ökar markanvändningen inom köttsektorn till en nivå som är nära de markanvändningsvolymerna som dagens köttkonsumtion kräver, även om den minskade konsumtionen av mjölkprodukter klart minskar behovet av markanvändning som en helhet. Således kan behovet av markanvändning anses vara betydande för köttsektorn i denna brytningsstig, trots den stora relativa konsumtionsandelen av växtbaserad- och celljordbruksproduktion.

När det gäller energianvändningen är slutsatsen att en eventuell ökning av lösningar som baserar sig på celljordbruk sannolikt ökar livsmedelssystemets elbehov klart i framtiden. Då framhävs betydelsen av lösningar som grundar sig på grön elektricitet i hållbarhetsomställningen av livsmedelssystemet.

Hur går vi vidare?

En central rekommendation i denna undersökning är att man bör utarbeta en vägkarta över det finländska livsmedelssystemets framtid för att påskynda övergången till ett hållbart livsmedelssystem. Förutsättningen för att utarbeta vägkartan är att man löser de utmaningar som hållbarhetsomställningen medför genom ett sektorsövergripande samarbete. Finland borde övergå från separata jordbruks-, hälso- och miljöpolitiska sektorer till att bygga upp en gemensam livsmedelspolitik.

När man utarbetar en vägkarta för branschen bör man komma ihåg att det finns skäl att inkludera beredskap för överraskningar och alternativa utvecklingsförlopp och rutter till vägkartan, vilket till exempel brytningsvägen Från kris till tradition visar. Likaså finns det skäl att fundera på hur det lönar sig att bygga upp olika åtgärder. Här kan man till exempel dela in resan i olika etapper och att förankra olika samhällsaktörer.

Målet med utredningsarbetet är att hjälpa olika aktörer att gestalta alternativa möjligheter och hot i framtiden, som är förknippade med olika sätt att producera och konsumera mat särskilt genom att koppla samman olika växtbaserade och celljordbrukets lösningar. Det kunde till exempel vara nyttigt för matindustrin och restaurangtjänsterna att följa utvecklingen av nya produktionsteknologier och nya strömningar i konsumtionskulturen. Utredningsarbetet hjälper också politiska aktörer att identifiera vilka delar och teman i livsmedelssystemet man borde fokusera på om man vill stöda och styra genomförandet av brytningen. Dessutom erbjuder utredningen väggkost för konsument-medborgare för att delta i samhällsdebatten.

I undersökningen har man granskat brytningstidens långa utvecklingsförlopp ur ett omfattande samhällsligt perspektiv, men mer detaljerade frågor om ämnesområdet förblir också öppna. Utifrån undersökningen uppstår till exempel följande frågor om fortsatta utredningar:

- Vilka konsekvenser kan en mer omfattande användning av nya växtbaserade produkter och produkter från celljordbruk ha för folkhälsan?
- Vilka affärs- och exportmöjligheter erbjuder brytningstiden för det finländska livsmedelssystemet till exempel med tanke på mervärdet, marknadsvillkoren och exportpotentialen?
- Hur påverkas försörjningsberedskapen av tekniker i den nya matproduktionen?
- Vilka miljökonsekvenser skulle livsmedelsbrytningen medföra med tanke på eventuella alternativa användningsformer för den markareal som frigörs från jordbruket?

Summary

The food system is undergoing a transformation. This involves fundamental changes in how food is produced, processed, distributed and consumed. This is the result of human activity pushing the limits of nature's carrying capacity, requiring changes in all activities worldwide. Most of the environmental pressure of the food system is caused by livestock farming. The challenge is therefore to curb the growing consumption of animal products globally.

Transformation means fundamental change. The food system is complex. Therefore the transformation requires a diversity of perspectives and actors to be taken into account.

This report deals with the transformation of the Finnish food system. It helps to identify various threats and opportunities concerning future ways of producing and consuming food. The study focuses particularly on different plant-based and cellular agricultural solutions. Cellular agriculture uses cell-culturing techniques, including microbial proteins and cultured meat, for food production. The research data included perspectives of specialists and consumer citizens. The study is part of a research project conducted at the University of Helsinki and funded by Sitra.

An interview process with specialists applying the Delphi method was carried out for the study, as well as an expert survey based on it. In addition, a consumer survey was conducted with a representative sample of Finnish consumer citizens. The research data was used to distinguish opportunities and challenges involved in the transformation of the food system and to estimate future consumption levels of animal, plant-based and cellular agricultural products and consumer experience of these products.

Based on this data, three different transformation pathways were drawn up that describe how food transformation could potentially take place as a societal phenomenon. The study is therefore not intended to provide forecasts or to present precise figures on the future food system. Instead, the aim is to provide perspectives on what the transformation process could mean for the functioning of the food system under different development paths. Impact assessments of changes in the land use and energy consumption of primary production were also prepared for each transformation pathway.

The key research questions of the study are:

- How much do experts and consumers expect the transition towards plant-based and cellular agricultural products to be by 2050?
- What factors and roles related to the future food system do experts and consumer-citizens identify in the food transformation?
- What do consumer-citizens think about plant-based and cellular agricultural products?
- Based on the data collected in the research project, what kinds of transformation pathways can be outlined for the transformation of the Finnish food system towards 2050?
- What would be the impact of different transformation pathways on the land and energy needs of food production in Finland in 2050?

Three transformation pathways describe potential developments in the food system

In the first of the three transformation pathways, **From crisis to tradition**, Finland will initially invest heavily in cattle and exporting their final products (see the Table of transformation pathway outcomes below). At the same time, there will also be a focus on protein feed produc-

tion. Around halfway through the transformation pathway, a major global pandemic, found to be caused by poultry, will turn the attitudes of decision-makers and consumers against the production in the sector and strengthen the development of local self-sufficiency focused on cattle and plant-based products.

The transformation pathway *From crisis to tradition* shows that it is not always known what will ultimately influence which factor. There may be fluctuations in the nature of the transformation and the future can therefore be surprisingly unexpected. Ultimately, investing in developments that sound counterintuitive may lead in an unpredictable direction.

The second transformation pathway, **Finland with a strong food policy**, is based on building a food policy with strong focus on health and environmental issues. Investments in production will focus on a wide range of plant proteins, cellular agriculture and especially poultry in livestock production. Initially, food policy will be managed strongly using a top-down approach. This will produce the desired results in the short term but in the 2030s there will be a backlash among citizens calling for a more varied approach. This will lead to changes in the policy and operating environment.

The transformation pathway shows that good intentions do not always lead to the desired outcome unless there is sufficient commitment to the change across society.

The third transformation pathway, **Global power play**, is characterised by the rapid proliferation of cellular agriculture. Power will be concentrated in the hands of large international corporations that buy small innovative companies out of the market. The development will free up significant amounts of agricultural land for other uses. The pace of the transformation will accelerate momentarily. At the same time, the remaining livestock farms will grow into very large units with localised environmental impacts. Traditional rural production structures will change and the countryside will become depopulated. This development will cause problems for the maintenance of traditional rural biotopes, for example, as the number of grazing animals will decline.

The transformation pathway shows that the outcome may appear good in some respects, but is undesirable in others.

Land use and energy consumption in different transformation pathways

In each pathway, land use will develop differently compared to the current land area required for milk and meat production. In the transformation pathway *From crisis to tradition*, in 2050, the agricultural land requirement would be about 65% of that currently used for milk and meat production. In the transformation pathway *Finland with a strong food policy*, the corresponding figure would be about 40% and in the pathway *Global power play*, about 25%. In other words, significant amounts of agricultural land would be freed up for other uses in all pathways. The larger the share of cellular agriculture products in each pathway, the smaller the need for agricultural land. For example, the production of hydrogen-oxidising microbes requires no agricultural land at all.

There were no major differences in the energy use of the envisaged pathways, although there were major differences in the product groups. This is because while cellular agriculture consumes a great deal of energy, so does cattle farming, which accounts for a large share in the pathway *From crisis to tradition*. However, here it should be noted that in cellular agriculture energy consumption is mainly electricity, whereas livestock and plant production mainly use other sources of energy. Hence, cellular agriculture is likely to increase electricity consumption in primary production.

Finnish food system in 2050 under different transformation pathways.

	From crisis to tradition	Finland with a strong food policy	Global power play
STATE OF PRODUCTION			
Animal-based	Abundant cattle products and some pork	Abundant poultry products, moderate amounts of cattle products	Minimal amount of cattle products, minimal amount of pork
Plant-based	Focus on traditional plants	Versatile production	High processing rate
Cellular agriculture	Small scale	Moderate	Large scale
SOCIETY			
Policy steering of the food system	Focused on primary production	Multidisciplinary steering and participation	Limited steering, market-driven
Domestic market environment	Local economies	Complex	In the possession of global actors
Global market environment	No international export products	Strong domestic export sector	Contract manufacturing of foreign brands
Consumption culture	Awareness of heritage, minimally processed local produce	Different consumer groups, versatile product environment	Willingness to experiment, high-tech products
Public health	Developing	High quality	Variable
Science and technology	Traditional methods	Versatile renewal	Focus outside Finland
Self-sufficiency	High	Moderate	Low
State of agricultural environment	Diverse local nature	Local biotopes and intensive production	Rural depopulation threatens semi-natural habitats
Infectious diseases	Global pandemic	Regulated environment	No threats
Key values	Domestic production	Public health	Environmental sustainability
Challenges	Low internationalisation rate	Populism	Depopulation of rural areas

Overall, it must be taken into account that the explanatory power of the models presented here for land use and energy calculations is partly undermined by gaps in the source data. They should be read as simplified order-of-magnitude estimates of changes in land use and energy consumption.

The calculations may suggest, for example, that the impacts on land use in the transformation pathways could be large enough in magnitude to allow for discontinuing the use peat fields in Finland. Peat fields account for only about 10% of Finland's current arable land, but they are a significant source of greenhouse gas emissions from agriculture.

On the other hand, the land being released from food production also provides an opportunity for maintaining traditional rural biotopes, for example, but it should be noted that the amount of land needed for this can be considered relatively small when assessing overall land use in the agricultural sector.

Land use may also be affected by factors such as the global pandemic included in the transformation pathway *From crisis to tradition*, as a result of which poultry meat production will collapse. In this case, the replacement of poultry meat by beef will increase the meat

sector's land use to levels close to those required by today's meat consumption, even though the decline in dairy consumption will clearly reduce overall land use needs. Thus, despite the high relative consumption share of plant-based and cellular agriculture products, the area of land needed by the meat sector can be considered significant in this pathway.

In terms of energy consumption, one conclusion is that the potential proliferation of cellular agriculture solutions is likely to increase the electricity demand of the food system in the future. This will highlight the importance of green electricity solutions in the sustainability transformation of the food system.

How to proceed?

One of the key recommendations of this study is that a roadmap for the future of the Finnish food system should be developed to speed up the transition to a sustainable food system. This roadmap requires cross-sectoral collaboration to tackle the challenges posed by the sustainability transformation. Finland should therefore move away from separate agriculture, health and environment policy sectors towards building a common food policy.

The roadmap for the food sector should also include preparation for surprises and alternative courses of development, as the *From crisis to tradition* pathway shows. It should also be considered how the different measures should be constructed. This could be helped, for example, by dividing the journey into stages and engaging different social actors.

The aim of the study is to help different stakeholders to identify alternative future opportunities and threats related to different ways of producing and consuming food, especially in the context of different plant-based and cellular agriculture solutions. For example, the food industry and restaurant services could benefit from monitoring the development of new production technologies and new trends in consumption culture. The study will also help policy actors to identify which parts and themes of the food system to focus on if they want to support and guide the transformation. The report also provides consumer citizens with subject matter to contribute to the societal debate.

Although the study examined the long trajectories of the transformation from a broad societal perspective, it also leaves open more detailed questions on the subject. For example, it poses the following questions for further research:

- What could be the public health impacts of wider adoption of new plant-based and cellular agricultural products?
- What business and export opportunities does the transformation offer to the Finnish food system, for example in terms of value added, market conformity and export potential?
- How will new food production technologies affect security of supply?
- What would be the environmental impacts of the food transformation, also taking into account possible alternative uses of land released from agriculture?

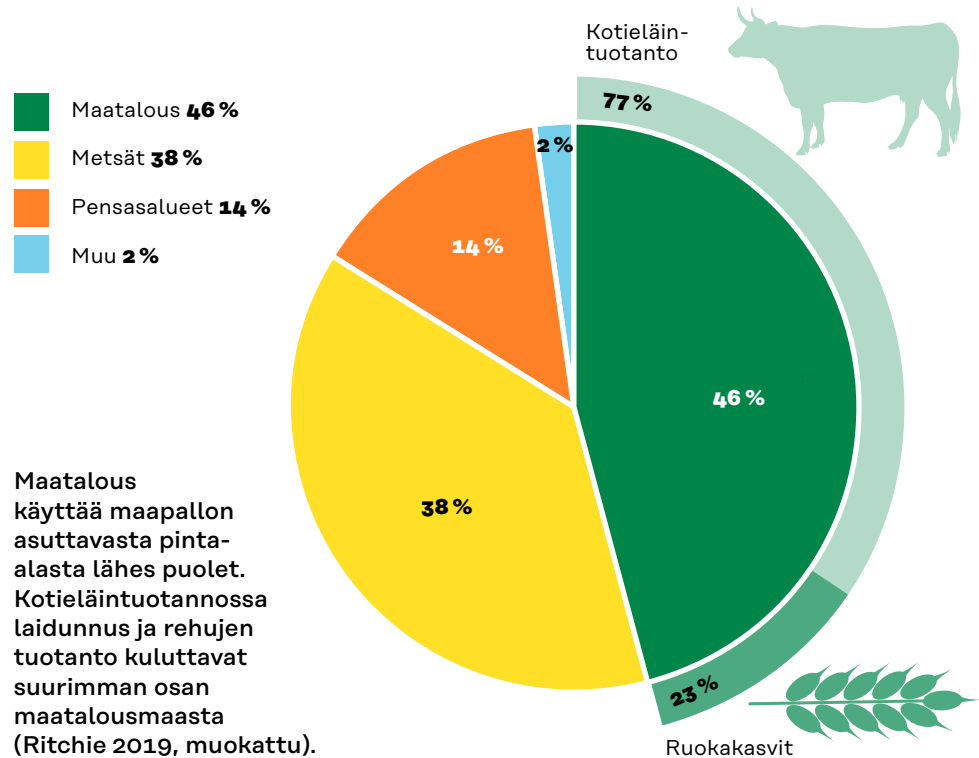
1 Johdanto

Luonnon kantokykyyn ja ympäristömuutokseen kytkeytyvät teemat ovat yksi nykyajan merkittävimmistä megatrendeistä, joka vaikuttaa kaikkeen toimintaan maapallolla (esim. Dufva & Rekola 2023; Kovanen ym. 2022). Planetaariset rajat ovat raja-arvoja, jotka määrittelevät ihmiskunnalle turvallisen toiminta-alueen. Maatalous uhkaa yhdestä tällaisesta raja-arvosta globaalisti etenkin luonnon monimuotoisuutta, maankäytön muutoksia, makean veden käyttöä ja typen kiertoa (Gerten ym. 2020).

Maatalous ja erityisesti kotieläintuotanto ovat keskeisiä toimialoja planetaarisissa rajoissa pysymisen suhteen, sillä maapallon elinkelpoisesta maapinta-alasta maatalous

käyttää lähes puolet (Kuvio 1). Maatalouden käyttämästä alasta lähes 80 prosenttia menee eläinperäiseen ruoantuotantoon, joka kuitenkin tuottaa vain 18 prosenttia maailmassa kulutetuista kaloreista (Ritchie 2019). Muutos planeetan kantokyvyn kannalta kestävämmälle uralle tarkoittaisi huomattavaa muutosta tavoissa tuottaa ja kuluttaa ruokaa, mikä voisi käytännössä tarkoittaa esimerkiksi kasvipainotteisuuden lisäämistä vauriissa länsimaissa sekä kiertotalouteen perustuvia tuotantoratkaisuja. Tässä suhteessa voidaan puhua myös kestävyysmurroksesta, jolla tarkoitetaan huomattavaakin muutosta aiempiin toimintatapoihin (esim. Halonen ym. 2022).

Kuvio 1. Maapallon asuttavan pinta-alan ja maatalousmaan jakautuminen



Kun kestävyysmurrosta tarkastellaan ruokakäytöksen osalta, voidaan puhua ruokamurroksesta. Tämän ymmärtäminen taas edellyttää ruokajärjestelmänäkökulman omaksumista, mikä ottaa huomioon paitsi tuotannon ja kulutuksen, myös esimerkiksi politiikan, lainsäädännön, ruokateollisuuden, kaupan, ravintoloiden, eturyhmien ja tutkimuksen toiminnan roolin tässä kokonaisuudessa (katso esim. Kaljonen ym. 2022, Lang & Heasman 2015). Kullakin näistä toimijoista voidaan lisäksi tunnistaa olevan erilaisia intressejä ja vaikutusvaltaa järjestelmässä, mikä luo kokonaisuuteen erilaisia vuorovaikutus- ja riippuvuussuhteita ja tekee järjestelmän ymmärtämisestä haastavaa. Siinä tilanteessa, missä tähän tuodaan mukaan vielä ajallinen ulottuvuus, päästään pohtimaan muutokseen liittyvää dynamiikkaa sekä eri toimijoiden roolia prosessissa.

Historiallisesti modernin ruokajärjestelmän kehitys on kytkeytynyt globalisaatioprosessiin, jossa esimerkiksi erilaisten tuotantopanosten, kuljetusmenetelmien sekä kaupan käynnin kehittymisen myötä ruoan tuotantotehokkuutta on kyetty vuosikymmenten mittaan parantamaan huomasti. Tämä on puolestaan laskenut hintoja, parantanut tuotteiden saatavuutta ja vahvistanut ruokaturvaa (Ambikapathi ym. 2022; Lang & Heasman 2015). Viime vuosien globaalit kriisit ovat kuitenkin osaltaan osoittaneet, että kehitykseen on liittynyt myös voimakkaita eriarvoisuuskysymyksiä, riskejä ja haavoittuvuuksia.

Tähän kokonaisuuteen voidaan lisätä myös jo pidemmällä aikavälillä kehittyneet, erilaiset yhteiskunnallis-ympäristölliset haasteet, joiden voimistumisen myötä on tunnistettu, että ruokajärjestelmiin kytkeytyy kasvavaa muutospainetta. Tämä voisi johtaa kestävyyssiirtymään niin ympäristöllisestä, taloudellisesta, eettisestä kuin sosio-kulttuurisestakin näkökulmasta (esim. Ambikapathi ym. 2022). Näin voidaankin kysyä, mitä tällainen siirtymä voisi tarkoittaa ja kuinka se toteutettaisiin niin, että se olisi myös yleisesti hyväksytyksi koettu kehityskulku

(vertaa esim. Halonen ym. 2022; Kaljonen ym. 2022).

Tämä selvitys tiivistää Helsingin yliopiston Sitran rahoituksella toteuttaman tutkimushankkeen tulokset. Hankkeessa tutkittiin, millä tapaa liha- ja maitotuotteiden sekä kasvipohjaisten ja solumaatalouden tuotteiden kulutus ja tuotanto voisivat muuttua Suomessa vuoteen 2050 mennessä ja mitä tämä tarkoittaisi Suomen ruokajärjestelmän toiminnan kannalta.

Ilmiön kuvaamiseksi hankkeessa on rakennettu murrospolkuja, jotka kuvaavat erilaisia vaihtoehtoisia tapoja kulkea kohti vuotta 2050. Murrospolkujen tulevaisuuden tilojen ja kehityskulkujen rakentamisessa hyödynnettiin selvityksen pohjaksi toteutetun, Delfoi-menetelmään pohjautuvan asiantuntija-aineiston sekä kuluttajakäytön tuloksia. Selvityksessä myös arvioidaan, mikä vaikutus näillä eri murrospoluilla olisi alkutuotannon maan- ja energiankäyttöön verrattuna nykytilanteeseen.

Aineistoista Delfoi-prosessi käsittelee asiantuntijoiden näkemyksiä ruokamurrokseen liittyvistä erilaisista tekijöistä ja toimijoista. Kuluttajakäytön keskittyy kasvipohjaisten ja solumaatalouden tuotteiden tunnettuteen, käyttöhalukkuuteen sekä näkemyksiin ruokamurroksesta. Ruoantuotannon maan- ja energiankäyttölaskelmat kertovat, millaisia muutoksia tapahtuu, kun kotieläintuotteita korvataan erilaisilla kasvipohjaisilla ja solumaatalouden tuotteilla. Hankkeen elementtien suhde toisiinsa on esitetty oheisessa prosessikaaviossa (Kuvio 2). Tutkimuskysymykset ovat tiivistetysti seuraavat:

- 1** Minkä suuruisiksi asiantuntijat ja kuluttaja-kansalaiset arvioivat siirtymän kohti kasvipohjaisia ja solumaatalouden tuotteita vuoteen 2050 mennessä? (katso luku 4)
- 2** Millaisia ruokajärjestelmän tulevaisuutta koskevia tekijöitä ja toimijarooleja asiantuntijat ja kuluttaja-kansalaiset tunnistavat ruokamurroksessa? (katso luku 4)

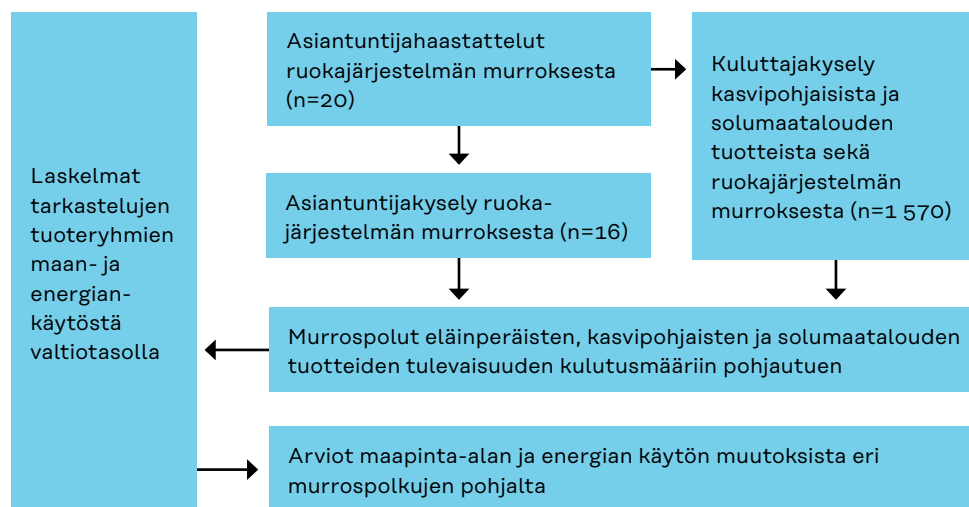
- 3 Kuinka kuluttaja-kansalaiset suhtautuvat kasvipohjaisiin ja solumaatalouden tuotteisiin? (katso luku 5)
- 4 Minkälaisia murrospolkuja Delfoi-prosessin ja kuluttajakyselyn pohjalta voidaan hahmotella tarkasteltaessa Suomen ruokajärjestelmän murrosta kohti vuotta 2050? (katso luku 6)
- 5 Millaisia vaikutuksia eri murrospolkujen mukaisilla kehityskuluilla olisi ruoantuotannon maankäyttö- ja energiatarpeisiin Suomessa vuonna 2050? (katso luku 7)

Tutkimuksen yhtenä keskeisenä suosituksena on, että kestävään ruokajärjestelmään siirtymistä vauhdittamaan Suomen ruokajärjestelmän tulevaisuudesta tulisi laatia tiekartta.

Selvityksen luvussa 2 käydään lävitse suomalaisen tuotanto- ja kulutusrakenteen nykytilaa ja pohditaan uusien tuotteiden mahdollisuuksia ruokajärjestelmässä. Luvussa 3 avataan tarkemmin selvityksen käsitteellisiä sekä aineistoihin ja menetelmiin kytkeytyviä näkökulmia. Luvut 4 ja 5 esittelevät asiantuntija- ja kuluttaja-aineistojen keskeisimmät havainnot. Luvussa 6 siirrytään murrospolkujen rakentamiseen ja niiden esittelyyn. Luvussa 7 esitellään murrospolkuihin kytkeytyvät maan- ja energiankäyttölaskelmat. Luku 8 vetää lopulta yhteen selvityksen keskeisimmät havainnot ja antaa toimintasuosituksia.

Tämän tutkimuksen yhtenä keskeisenä suosituksena on, että kestävään ruokajärjestelmään siirtymistä vauhdittamaan Suomen ruokajärjestelmän tulevaisuudesta tulisi laatia tiekartta. Tiekartan laatiminen edellyttää monialaista yhteistyötä kestävyysmurroksen aiheuttamien haasteiden ratkomiseksi. Suomessa tulisivatkin siirtyä erillisistä maatalous-, terveys- ja ympäristöpolitiikan sektoreista kohti yhteisen ruokapolitiikan rakentamista.

Kuvio 2. Hankkeen tutkimusprosessi



Kuvion tekstilaatikoissa n-kirjain viittaa siihen, kuinka monta vastaajaa kussakin aineistossa oli.

2 Suomalainen ruoantuotanto ja -kulutus

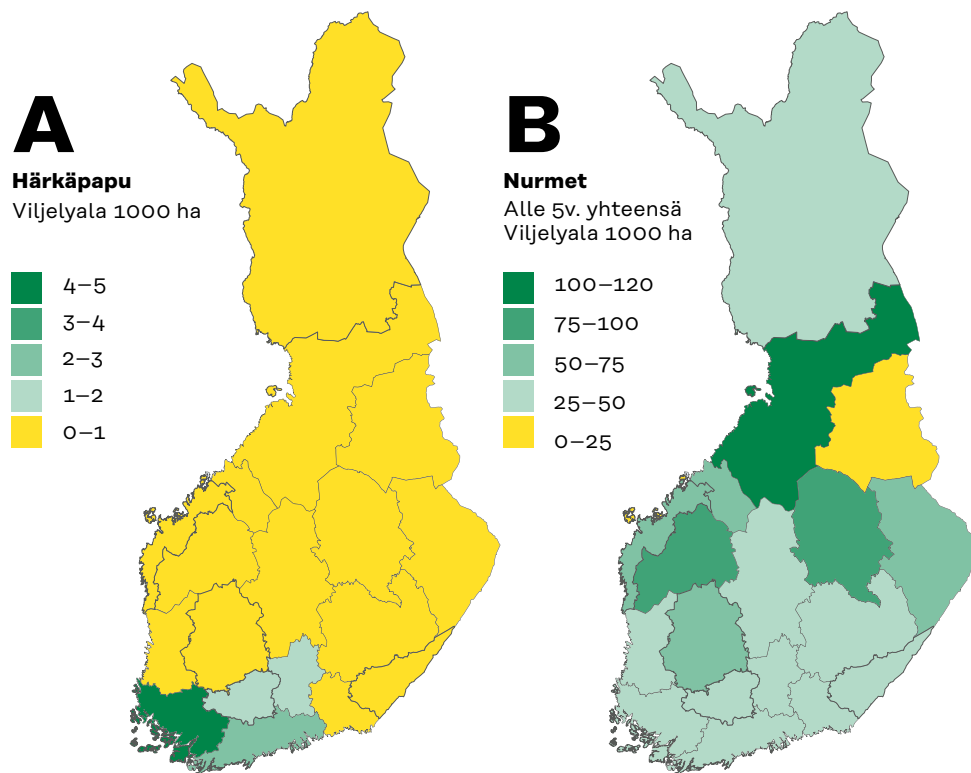
2.1 Tuotantojärjestelmä ja ympäristöhaasteet

Suomella on useita erityispiirteitä maatalousmaana. Ruoantuotantoon käytettävän maan osuus Suomessa on kohtuullisen pieni – vain 7 prosenttia. Suomessa on käytössä olevaa maatalousmaata noin 2,3 miljoonaa hehtaaria (Luonnonvarakeskus 2022a). Tämä ala jakautuu viljoille (1,1 miljoonaa ha), nurmille (0,8 miljoonaa ha), kesannoille sekä muille viljelykasveille, kuten öljy- ja palkokasveille, perunalle ja vihanneksille (0,4 miljoonaa ha). Pohjoiset olosuhteet rajoittavat kasvintuotantoa, mutta viljelykasvien

menestymisen välillä on eroja (Kuvio 3). Viljelyssä olevasta maatalousmaasta (2,0 miljoonaa ha) yli 70 prosenttia käytetään kotieläinten rehuntuotantoon (Roitto ym. 2023). Tässä luvussa ei ole mukana kesantoja, joihin sisältyvät myös luonnonhoitonurmet.

Suurin osa ruoantuotannon ympäristövaikutuksista syntyy alkutuotannossa. Suomen maatalouden erityispiirteitä ympäristövaikutusten osalta ovat vesistöjen rehevöityminen, turvepeltojen ilmastopäästöt sekä vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen. Osa ruoantuotannon ympäristövaikutuksista kohdistuu Suomen ulkopuolelle.

Kuvio 3. Härkäpavun (A) ja nurmien (B) tuotantoalueet Suomessa



Härkäpapua tuotetaan vain Suomen eteläosissa, kun nurmien tuotantoalue kattaa myös pohjoiset alueet. Nurmien tuotanto on painottunut Pohjanmaalle ja Pohjois-Savoon (Leino ym. 2023, muokattu).

Maatalous vaikuttaa vesistöjen rehevöitymiseen, sillä lannoitteiden tyyppiä ja fosforia siirtyy vesistöihin valumavesien mukana. Kotieläintuotannon keskittyminen lisää paikallista ravinnekuormitusta. Suomessa maatalouden osuus ihmistoiminnan aiheuttamasta vesistöjen typpikuormituksesta on noin 50 % ja fosforin 60 % (Suomen ympäristökeskus 2022). Maatalouden hajakuormituksen vähentämistoimenpiteet eivät ole toistaiseksi olleet toivotun tehokkaita vesistöjen tilan kannalta (Räike ym. 2019). Itämeren suojelukomissio (HELCOM) on tunnistanut Itämeren suurimmat kuormituslähteet Hot spot -listallaan. Saaristomeren valuma-alue erottuu tässä selkeästi maatalouden kuormituslähteenä (ELY-keskus 2022). Ilmastomuutos lisää talvisia ravinnevalumia, sillä leudot ja sateiset talvet edistävät ravinteiden huuhtoutumista.

Suomessa on noin 270 000 ha turvepeltoja, joista suurin osa sijoittuu Pohjanmaan, Kainuun ja Lapin maakuntiin (Kekkonen ym. 2019). Turvepeltoja on hylätty käytöstä vuosien saatossa noin 67 000 ha (Virkkunen 2022), mutta toisaalta uusia turvepeltoja on raivattu yhä noin 2000 hehtaaria vuodessa (Maa- ja metsätalousministeriö 2022). Turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet ovat Suomen maataloussektorin tärkeimpiä ilmastotavoitteita, sillä turvepellot tuottavat 50–60 prosenttia kaikista maatalouden kasvihuonekaasupäästöistä (Kekkonen ym. 2019). Turvepellot eivät kuitenkaan ole yhtenäinen ryhmä, vaan esimerkiksi turpeen paksuudessa ja tuottavuudessa on eroja. Tämä tulisi ottaa huomioon sopivia ilmastoimia valitessa. Turpeen hajoamisesta johtuvia hiilidioksidipäästöjä voidaan vähentää nostamalla pohjaveden pinnan tasoa. Turvepellot voisivat siten soveltua kosteikkoviljelyyn tavanomaisen maataloustuotannon sijaan (Virkkunen 2022). Maatalouskäytössä olleita entisiä soita voidaan metsityksen (ohutturpeiset maat) lisäksi myös ennallistaa. Tällöin on otettava huomioon, että maatalouskäytössä olleiden

soiden pintakerros on muuttunut paljon lannoituksen, kalkituksen ja maanmuokkauksen vuoksi (Kareksala ym. 2021). Soiden ennallistamisen tavoitteena on luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen ja lisääminen.

Luonnonlaitumien ja pysyvien laitumien väheneminen ovat johtaneet Suomessa luontoarvoiltaan arvokkaiden maatalousmaiden vähenemiseen (Luonnonvarakeskus 2023). Suomessa luontoarvoltaan arvokkaan maatalousmaan (HNV) osuus oli vuonna 2006 10,7 prosenttia ja vuonna 2022 7,5 prosenttia koko maatalousmaan alasta. HNV-indikaattori kuvaa maatalousmaiden monimuotoisuutta tukevien elinympäristöjen runsautta. Myös EU:n yhteisen maatalouspolitiikan (Common Agricultural Policy, CAP) vaikuttavuusindikaattoreihin kuuluva peltolintuindeksi kuvaa maatalousympäristöjen muutoksia ja ekologista tilaa. Indeksien mukaan viljelymaiden lintukannat ovat vähentyneet koko seurantajakson, joka alkoi vuodesta 1979 (Luonnonvarakeskus 2022f). Monimuotoisimpia viljeltyjä peltoja ovat peltolaitumet sekä härkäpapu-, öljykasvi- ja ruispellot, mutta rehunurmien monimuotoisuusarvo on arvioitu matalaksi (Toivonen ym. 2022). Nurmikierto lisää kuitenkin eloperäisen aineksen määrää maaperässä ja on siten hyödyllinen maaperäeliöstölle (Hyvönen 2023).

Karjatalouden synnyttämiä arvokkaita elinympäristöjä eli perinnebiotooppeja ovat esimerkiksi kedot, niityt ja hakamaat. Suomi on jo menettänyt valtaosan perinnebiotoopeistaan viimeisten sadan vuoden aikana ja perinteisen karjatalouden väistymisen vuoksi perinnebiotoopit ovat nykyisin erittäin uhanalaisia (Lehtomaa ym. 2018). Uhanalaisuuteen vaikuttavat umpeenkasvu laidunnuksen ja niiton loputtua, pellonraivaus ja metsittäminen sekä ympäristön rehevöityminen. Perinnebiotooppeja ja muita luonnonlaitumia on tällä hetkellä hoidon piirissä noin 30 000 hehtaaria, mutta määrää pyritään kasvattamaan (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2022).

2.2 Eläinperäisten tuotteiden kulutus- ja tuotantomäärät

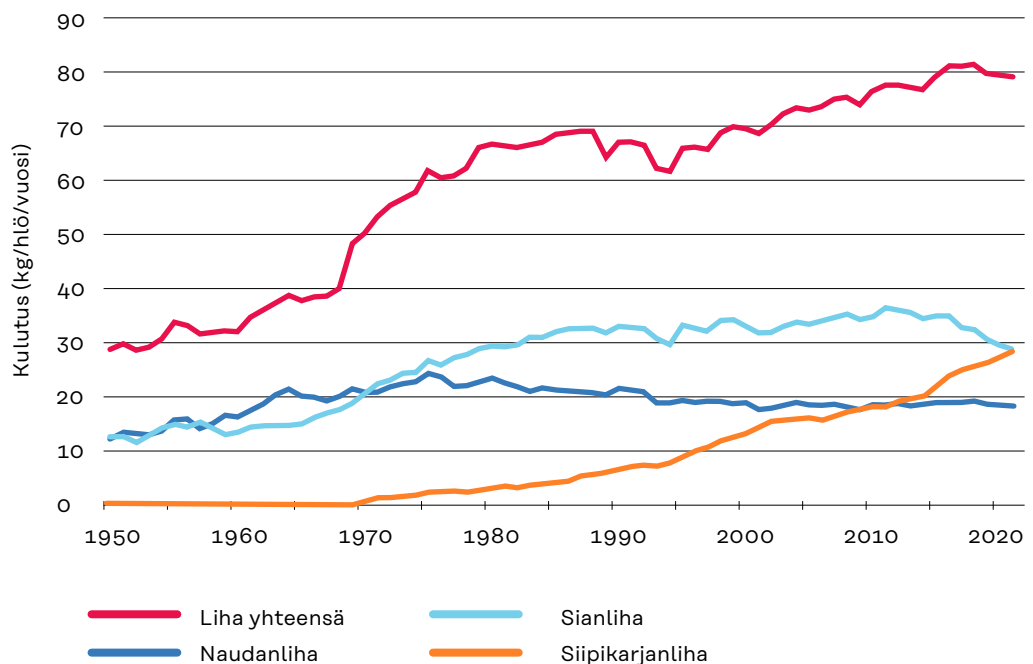
Eläinperäisillä tuotteilla on ollut länsimaisessa ruokakulttuurissa historiallisesti erityinen, arvostettu asema (Peggs 2012). Erityisesti lihaan on suhtauduttu suurella arvostuksella, mistä ovat kertoneet siihen liitetyt, monet tärkeäksi koetut symboliset merkitykset sekä lihan ainutlaatuinen asema aterioiden ja juhlien keskipisteenä (Fiddes 1991). Toisaalta lihasta kieltäytymisellä on myös pitkä ja moninainen filosofis-historiallinen tarina- ja käytäntökokonaisuutensa (esim. Spencer 2016; Wright 2021). Erityisesti länsimaissa nämä eivät kuitenkaan ole missään vaiheessa päätyneet kulttuurisiksi valtavirtanäkemyksiksi.

Toisaalta on kiinnostavaa, kuinka käytännössä ruoankäytön historiaa on leimannut pitkään niukkuus, jossa eläinperäisten tuotteiden osuus ruoankulutuksesta on ollut kokonaisuudessaan melko vähäinen (esim. Braudel 1979). Suomi Euroopan eräänlaisena rajaseutuna on kiinnostava tapaus, sillä niukkuus on purkautunut vasta verrattain

myöhään 1900-luvun kuluessa päinvastaiseksi asetelmaksi, kun tarjonta ei käytännössä ole enää rajoittanut kulutusta (esim. Kylli 2021).

Muutos onkin ollut nopeaa erityisesti 1900-luvun loppupuolella: vielä 1950-luvun alussa suomalaisten lihankulutus oli vuositasolla noin 30 kilogrammaa per henkilö. Tämän jälkeen lihankulutus lähti kuitenkin melko tasaiseen nousuun (Kuvio 4). Broileri saapui suomalaisiin ruokapöytiin 1960-luvun lopulla, ja otti aikansa, että suomalaiset alkoivat kuluttaa sitä suuremmissa määrissä. Sitten siipikarjanliha on kasvattanut suosiotaan yhä kiihtyvään tahtiin. Nykyisin suurin osa kulutetusta siipikarjanlihasta on broileria siinä missä kalkkunoiden osuus on noin 6 prosenttia (Luonnonvarakeskus 2022e). Sianlihan ja naudanlihan kulutus on pysynyt viime vuosikymmeninä tasaisena, mutta ne osoittavat nykyisellään myös merkkejä mahdollisesta laskusuuntauksesta erityisesti sianlihan osalta (Kuvio 4). Yhteensä suomalaiset kuluttivat vuonna 2021 keskimäärin 79 kg lihaa per henkilö (Luonnonvarakeskus 2022e).

Kuvio 4. Lihankulutuksen muutos Suomessa 1950–2021
(määrät luullista lihaa; Luonnonvarakeskus 2022e)



Maitotuotteiden kulutuksen tarina on hieman toisen tyyppinen kuin lihan. Globaalisti tarkasteltuna maidolla ei ole ollut vastaavaa laajalle levinnyttä ja pitkää historiaa kuin lihankäytöllä. Maitotuotteiden laajemman käytön yleistymisen onkin edellyttänyt muun muassa laktoosia pilkkovan geenimuunnoksen yleistymistä väestössä (Curry 2013). Toisaalta maitotuotteet ovat olleet jossain muodossa osa erilaisia maatalouskulttuureja jo verrattain pitkään. Maitotuotteiden asema on voinut olla vahvakin, vaikka varsinaisesti koko väestön läpäisevä, suuremman mittaluokan kulutus on vasta modernisaatioon kytkeytyvä ilmiö. Samalla vaikka maitoon on liitetty tällaisissa yhteiskunnissa monenlaisia arvostuksen elementtejä ja symboliikkaa, ne eivät ole kuitenkaan suoranaisesti vertautuneet lihan kulttuuriseen asemaan arvostuksen keskipisteenä (esim. Wiley 2016).

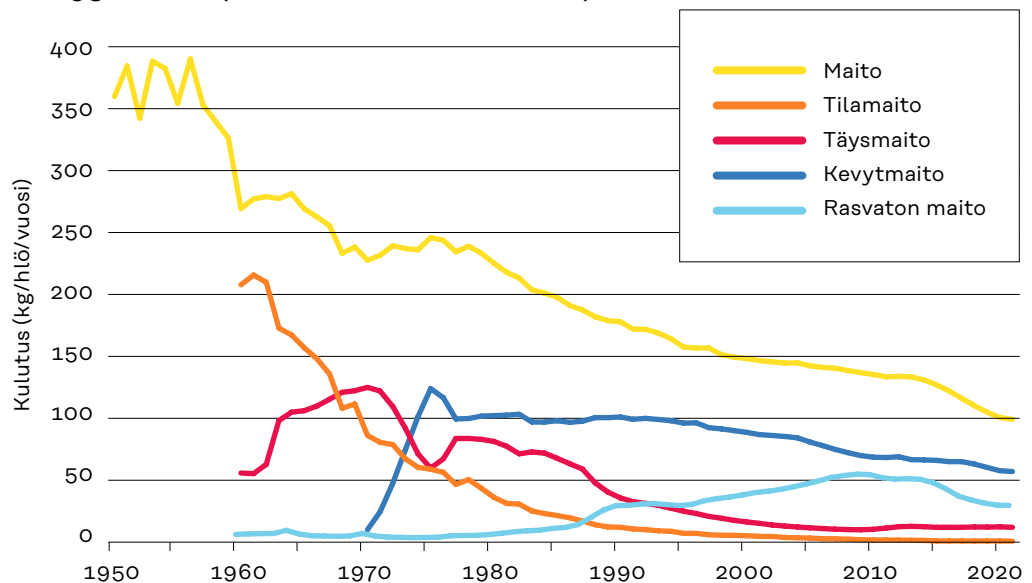
Suomen maatalouden tuotantojärjestelmä perustui vielä 1800-luvulle tultaessa paljolti viljatuotteisiin ja rajalliseen lihantuotantoon, mutta 1800-luvun katovuosien on osaltaan yhdessä globalisoituneen markkinaympäristön ja tuotantoteknologioiden kehittymisen kanssa esitetty vauhdittaneen

siirtymää kohti maitotalouspohjaista järjestelmää (esim. Kylli 2021). Maidon historiaa Suomessa voidaan siten osaltaan jäljittää sen tarjoamaan ruokaturvaan, ravitsemukselliseen arvoon ja edelleen rooliin ruokajärjestelmän globalisoitumisessa haastaviksi koetuissa pohjoisissa tuotanto-olosuhteissa (esim. Curry 2013).

1800-luvun murroksen myötä maitotuotteiden kulutus lähti siten kasvuun Suomessa jo ennen lihankulutuksessa nähtyä modernia kasvua. Maitotuotteiden kulutus onkin sittemmin muun muassa terveystieteiden toimien edesauttamana pysynyt korkealla tasolla Suomessa ollen nykypäivänä aivan kärkiluokkaa maailmassa henkeä kohti laskettuna (Kuvio 5 ja Kuvio 6).

Eri tuoteryhmien osalta maidonkulutuksessa on kuitenkin tapahtunut huomattavakin muutoksia. Nestemäisen maidon kulutus oli Suomessa vielä 1950-luvulla yli 350 kilogrammaa per henkilö, mutta tämä kulutus on kokonaisuutena laskenut vuosikymmenten aikana (Kuvio 5). Erityisesti täysmaidon kulutus on laskenut. Suomalaiset kuluttivat 2021 keskimäärin 142 kiloa nestemäisiä maitotuotteita per henkilö (Luonnonvarakeskus 2022e).

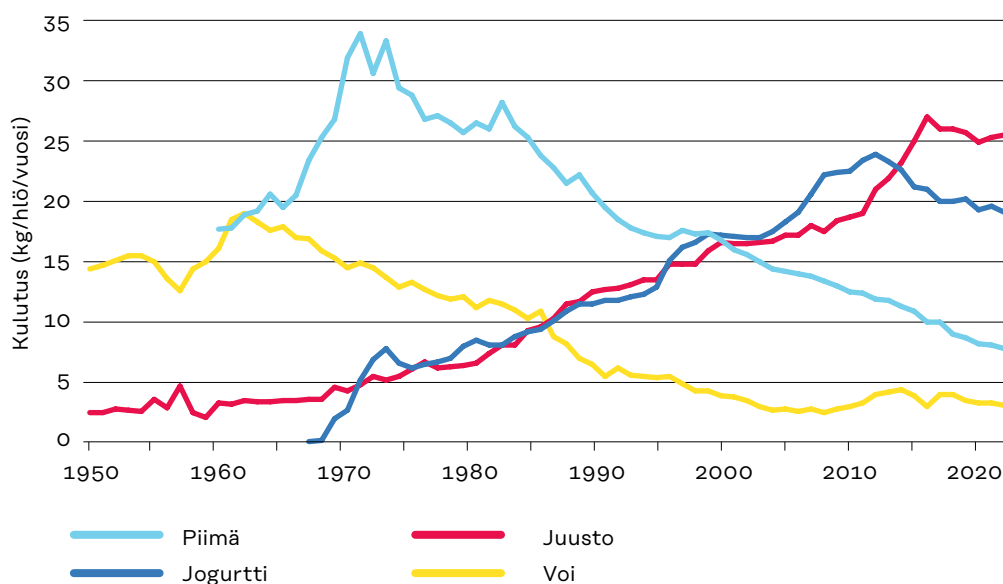
Kuvio 5. Nestemäisen maidon kulutuksen muutos Suomessa 1950–2021 (Luonnonvarakeskus 2022e)



Piimän kulutus koki huippunsa 1970-luvulla, mutta viime vuosikymmeninä kulutus on ollut tasaisessa laskussa (Kuvio 6). Maitosektorin kasvu on siten tullut viime vuosikymmeninä erityisesti juusto- ja jogurt-

ti-kategorioista. Juuston vuosikulutus Suomessa on kasvanut 1950-luvun alle viidestä kilogrammasta per henkilö nykyiseen yli 25 kilogrammaan per henkilö.

Kuvio 6. Maitotuotteiden kulutuksen muutos Suomessa 1950–2021
(Luonnonvarakeskus 2022e)



Proteiinin kulutuksen näkökulmasta maidon ja lihan asema on Suomessa verrattain yhteneväinen: Luonnonvarakeskuksen arvion mukaan lihan osuus suomalaisten proteiinsaannista on noin 30 prosenttia, maitotuotteiden 28 prosenttia ja kalan 6 prosenttia (Saarinen ym. 2019). Kulutetusta lihasta sianlihan osuus oli 37 prosenttia, siipikarjalihan 36 prosenttia, naudanlihan 23 prosenttia ja muun lihan 4 prosenttia (Luonnonvarakeskus 2022e).

Tämä tarkoittaa, että suomalaiset saavat valtaosan proteiinistaan eläinperäisistä tuotteista. Kasvipohjaisista vaihtoehdoista viljojen osuus proteiinin lähteenä oli 18 prosenttia kokonaissaannista. Vuonna 2021 viljojen kulutus oli 84 kg henkeä kohden. Palkkasvien ja pähkinöiden osuus protei-

nin lähteenä on toistaiseksi melko pieni (6 %). Kananmunien vastaava osuus on 3 prosenttia, ja niitä kulutettiin 12 kg henkeä kohden vuodessa.

On myös huomattava, että suomalaiset syövät keskimäärin jonkin verran liikaa proteiinia ravitsemukselliseen tarpeeseen nähden (Valsta ym. 2017). Proteiinin keskimääräinen ravitsemuksellinen tarve on hieman yli gramman verran painokiloa kohden päivässä (katso esim. Ruokavirasto 2022a).

Suomessa kotieläintuotteiden tuotanto vastaa suunnilleen kulutusta (Taulukko 1). Maito- ja lihatuotteiden omavaraisuusaste on korkea. Naudanlihan osalta omavaraisuusaste (83 %) on muita lihatuotteita alhaisempi. Juustoa tuodaan paljon ja jonkin verran

myös viedään: omavaraisuus on 61 prosenttia (Taulukko 1). Maitotuotteista vientiin suuntautuu muun muassa voita ja maitojauhetta. Kokonaisuutena maitosektorilta viedään tuotteita enemmän kuin tuodaan (Latvala ym. 2021).

Myös leipävehnän ja rehuviljojen osalta Suomi on omavarainen. Kuitenkin esimerkiksi tietyissä kotieläinten täydennysrehuissa, joita tarvitaan rehun proteiinikoostumuksen optimoimiseksi, tuontituotteiden osuus on huomattava (esim. Jansik 2022). On myös huomattava, että vuosittaiset vaihtelut sadon laadussa vaikuttavat leipävehnäksi soveltuvan vehnän osuuteen. Leipävehnän laatuvaatimukset on huonoina vuosina täyttänyt ainoastaan 14 prosenttia ja hyvinä taas noin 80 prosenttia sadosta (Jansik 2022).

Edellä tarkastellun pohjalta voidaan todeta, että yhteiskunnan modernisoituminen,

vaurastuminen ja yleinen elintason nousu ovat mahdollistaneet arvostetuiksi koettujen eläinperäisten tuotteiden runsaan kulutuksen lähes jokaiselle. Toisaalta esimerkiksi lihankulutuksen on havaittu laajoissa maavertailuissa tyypillisesti tasaantuvan tietyn tulotason saavuttamisen jälkeen, joskaan ei kuitenkaan kääntyvän selkeään laskuun (esim. Vranken ym. 2014). Lisäksi esimerkiksi ympäristö-, kansanterveys-, ja eläinten hyvinvointikysymyksiin liittyvät huolestuneet äänenpainot ovat yleistyneet myös kuluttajien keskuudessa ja muissa yhteiskunnallisissa keskusteluissa. Erilaisten kasvisruokien ja -tuotteiden ympärille on myös esitetty syntyneen lisääntyntä kiinnostusta viimeisen vuosikymmenen aikana (esim. Jallinoja ym. 2018). Näitä uusia ratkaisuja ja kuluttaja-kansalaisten suhdetta niihin tarkastellaan tarkemmin seuraavassa alaluvussa.

Taulukko 1. Kotieläintuotteiden kulutus vuositasolla Suomessa tuotantolukujen pohjalta laskettuna sekä tuotannon omavaraisuusaste (Luonnonvarakeskus 2022e)

	Kulutus mlj.kg	Kulutus kg/henkilö	Proteiini- pitoisuus %	Proteiinin kulutus kg/hlö	Tuotannon oma- varaisuusaste %
Lihat tuotteet					
Naudanliha	104,4	18,9	17,0	3,2	83 %
Sianliha	171,0	31,0	14,0	4,3	102 %
Siiipikarjan liha	146,3	26,5	20,0	5,3	98 %
Maitotuotteet					
Tilamaito	43,9	1,0	3,0	0,0	100 %
Täysmaito	68,0	12,3	3,2	0,4	100 %
Kevyt maito	333,0	60,3	3,3	2,0	105 %
Rasvaton maito	174,9	31,7	3,5	1,1	100 %
Piimä	46,0	8,3	3,5	0,3	100 %
Jogurtti	108,5	19,7	3,8	0,7	100 %
Viili	14,0	2,5	3,4	0,1	100 %
Kerma	38,7	7,0	2,3	0,2	116 %
Hapatetut kermavalmisteet	10,4	1,9	2,0	0,0	128 %
Muut tuoretuotteet	24,1	4,4	3,4	0,2	100 %
Juusto	139,6	25,3	25,9	6,6	61 %

Liha on ilmoitettu luullisena lihana. Kulutusluvut ovat vuoden 2018–2020 keskiarvoja ja tuotannon luvut 2019–2021 keskiarvoja.

2.3 Eläinperäisille tuotteille vaihtoehdot ratkaisut ja kulutusmuutosten mahdollisuudet

Siirtymä eläinperäisistä tuotteista kasvi- ja vaihtoehdoisiin proteiineihin edellyttäisi sekä vaihtoehdoisia proteiini-lähteitä että ihmisten valmiutta kulutuksen muutokseen. Seuraavassa luodaan yleiskuva olemassa oleviin vaihtoehtoihin, eli kasvipohjaisiin tuotteisiin ja solumaatalouden tuotteisiin niin tuotteiden kuin kulutuksenkin näkökulmista.

Kasvipohjaiset tuotteet

Proteiiniinlähteiksi soveltuvat vilja-, palko- sekä öljykasvit, pähkinät ja erilaiset siemenet. Palkokasveja ovat herneet, pavut, makealu-piini, soija ja linssit. Tattari on perinteinen viljelykasvi, jota ollaan ottamassa uudelleen laajempaan tuotantoon. Suomessa on myös kokeiltu kvinoan ja amarantin viljelyä. Suomessa tuotettavia öljykasveja ovat rypsi ja rapsi, auringonkukka, hamppu sekä pellava. Erilaiset tutkimus- ja kehittämishankkeet (Pihlanto ym. 2018) ja vilja-alan yhteistyöryhmän proteiiniklusteri (Helkkula 2020) ovat edistäneet viime vuosina palkokasvien ja muiden proteiinikasvien tuotantoa ja käyttöä Suomessa.

On syytä huomioida, että eri kasvilajien ominaisuudet proteiiniinlähteinä vaihtelevat, samoin viljelyvarmuus Suomen oloissa. Esimerkiksi viljojen proteiinipitoisuudet ovat palkokasveja alhaisemmat, mutta viljojen suurten käyttömäärien vuoksi ne ovat merkittäviä proteiiniinlähteitä. Nurmi ei sovellu suoraan ihmisravinnoksi, mutta nurmen tai sen komponenttien elintarvikekäyttöä pidetään tulevaisuuden mahdollisuutena (Nordlund ja Vilppula 2019). Esimerkiksi

Ilmastonmuutoksen myötä myös soijan on arveltu menestyvän entistä pohjoisemmassa

Luonnonvarakeskuksessa kehitetään menetelmiä keskipitkällä aikavälillä elintarvikekelepoisen proteiinin eristämiseen nurmibio-massasta. Ilmastonmuutoksen myötä myös soijan on arveltu menestyvän entistä pohjoisemmassa (Ala-Kleemola 2020).

Kasviperäisiä proteiineja voidaan eristää esimerkiksi palkokasveista. Proteiini-isolaatit ja -tiivisteet ovat valkuaiskasveista eristettyä ja puhdistettua proteiinia, joka on kuivattu jauheeksi (Lavola 2018). Proteiini-isolaatteja valmistetaan usein märkäfraktiointimenetelmällä, joka vaatii paljon energiaa, koska tuotteet on kuivattava. Proteiinitivisteet valmistetaan usein kuivafraktioinnilla, mikä vaatii vähemmän energiaa (Svanes ym. 2022). Toisaalta korkean proteiinipitoisuuden saavuttaminen voi tällöin olla vaikeaa. Esimerkiksi härkäpapuproteiini-isolaattien proteiinipitoisuus on yleensä korkea (yli 90 %), mutta tiivisteiden proteiinipitoisuus jää yleensä alhaisemmaksi, 35–80 prosenttiin (Lavola 2018).

Solumaatalouden tuotteet

Kasviproteiinien lisäksi teknologinen kehitys on avannut uudenlaisia tuotantomuotoja ruokajärjestelmään. Solumaataloudella tarkoitetaan soluviljelytekniikoiden hyödyntämistä ruoantuotannossa (Lehtonen 2022). Kasvin, eläimen, sienen tai mikrobien soluja kasvatetaan ravinneliuoksessa bioreaktoreiksi kutsutuissa tankeissa. Kasvatetut solut tai solujen tuottamat yhdisteet käytetään ruokana.

Solumaatalouden tuotteista ruokakau-poissa on jo saatavilla mykoproteiinista valmistettuja lihankorvikkeita (esimerkiksi kauppanimellä Quorn), jotka on tuotettu soluviljelystä mikrosienestä. Juustojen valmistuksessa yleisesti käytettävä juoksute on esimerkki käytössä olevasta solumaatalouden tuotteesta, joka on mikrobien tuottama yhdiste.

Viimeisen kymmenen vuoden aikana solumaatalouden tuotteiden kehitys on lisääntynyt merkittävästi. Soluviljelyteknologioita kehitetään erityisesti tuottamaan

soluviljeltyä lihaa eläinsoluista (Post 2012), mikrobeista koostuvia mikrobiproteiinituotteita (Järviö ym. 2021a) sekä geenimuunneltujen mikrobien avulla tuotettuja maidon- (Behm ym. 2022) ja kananmunanvalkuaisen (Järviö ym. 2021b) proteiineja (näitä kutsutaan myös rekombinanttiproteiineiksi). Soluviljeltyä maitoa voidaan tuottaa myös kasvattamalla maitorauhasen soluja, jolloin saadaan varsinaista maitoa eikä pelkästään maitoproteiineja. Lisäksi kehitetään korvaajia myös kasvikunnan tuotteille, kuten palmu- ja kookosöljylle. Viljellyn lihan kehityksen on arvioitu vievän enemmän aikaa, kun taas mikrobien ja kasvisolujen viljelyyn perustuvia tuotteita tulee todennäköisesti saataville enenevässä määrin lähivuosina (Wejberg & Aakkula 2022).

Solumaataloudessa voidaan hyödyntää erilaisia ravinteidenlähteitä solutyypistä riippuen (Nordlund 2019). Useimmat solutyypit vaativat glukoosia hiilen ja energian lähteenä, mikä usein saadaan maatalouskasveista tai elintarviketeollisuuden sivuvirroista. Osa mikrobeista voi kuitenkin hyödyntää hiilidioksidia tai metaania hiilen lähteenä (kutsutaan kaasufermentoiviksi mikrobeiksi), ja siten eivät tarvitse maatalouskasveja ravinneliuoksen raaka-aineina. Viljellyn lihan tuotannossa glukoosin lisäksi tarvitaan myös aminohappoja (proteiinien rakennuspalikoita). Aminohapot voidaan tuottaa synteettisesti tai niitä voidaan eristää kasveista. Lisäksi kaikki solutyypit tarvitsevat muita ravinteita, kivennäisaineita ja vitamiineja.

Bioreaktoreissa tapahtuvan tuotannon etuna on, että ruokaa voidaan tuottaa myös alueilla, joilla perinteinen kasvin- tai eläin- tuotanto ei ole mahdollista, esimerkiksi

kuivuudesta kärsivillä seuduilla tai kaupungeissa. Solumaataloudessa maa-alaa tarvitaan lähinnä prosessin tarvitsemien ravinteiden tuottamiseen. Solumaatalouden etuina nähdään tehokas ja hallittu tuotanto ympäri vuoden hyvin pienellä maapinta-alalla. Haasteita ovat esimerkiksi prosessin hyväksynnän lupamenettelyt, kuten uuselintarvikelainsäädäntö ja geenimuunteleluun liittyvät lait (Nordlund & Vilppula 2019). Lisäksi solumaatalous vaatii enemmän sähköä tavanomaiseen maataloustuotantoon verrattuna (Tuomisto 2022).

Kulutusmuutokset

Luvussa 2.1 on jo käsitelty eläinperäisten tuotteiden kulutuksen laajempaa sosio-kulttuurista ja historiallista kontekstia. Mikrotasolla kuluttajanäkökulmasta katsottuna voidaan myös tunnistaa erilaisia tekijöitä, jotka yhtäältä motivoivat ja toisaalta estävät eläin- ja kasvisperäisten tuotteiden tulevaisuuden kulutusmuutoksia.

Aiemman tutkimuksen perusteella tiedetään, että kuluttajat arvostavat eläinperäisissä tuotteissa erityisesti niiden maistuvuutta, monikäyttöisyyttä, helppoutta, ravinteikkautta, tuttuutta ja riittävän edullista hintaa. Ylipäätään ne näyttävät tällöin ruokakulttuuriin kuuluvana olennaisena peruspilarina, jossa ne koetaan luontevaksi, normaaliksi, välttämättömäksi ja miellyttäväksi osaksi vallitsevia kulutuskäytänteitä (esim. Kaljonen & Niva 2022; Piazza ym. 2015; Pohjolainen ym. 2015). Kääntäen voidaan myös sanoa, että erilaisten kasvisperäisten vaihtoehtojen tulisi myös vastata näitä mielikuvia, jotta ne nähtäisiin aitoina mahdollisuuksina kulutussiirtymän toteuttamiselle.

Erilaisten kasvisperäisten vaihtoehtojen tulisi myös vastata eläinperäisten tuotteiden herättämiä positiivisia mielikuvia, jotta ne nähtäisiin aitoina mahdollisuuksina kulutussiirtymän toteuttamiselle.

Tarkastelua mutkistaa kasvipohjaisten vaihtoehtojen laaja kirjo, minkä lisäksi solumaatalouden tuotteet vasta tekevät tuloaan ruokajärjestelmään (katso myös Pohjolainen & Vinnari 2023). Kokonaisuutena markkina elää siis voimakkaasti, eikä lopulta ole selvää, kuinka eri kuluttajat tähän kaikkeen suhtautuvat. Aihepiiristä on tehty tutkimusta (esim. Onwezen ym. 2021), mutta vaikka esimerkiksi soluviljellyn lihan potentiaalinen kulutusvalinta on kiinnostanut tutkijoita, soluviljelystä maidosta tai mykoproteiinista tiedetään tässä suhteessa vähemmän. Aihetta kokonaiskuvan kautta tarkastelevaa tutkimusta, jossa erilaisten tuoteryhmien suhteellinen asema tulee esiin, onkin ylipäätään rajallisesti.

On myös hyvä huomioida, että kuluttajat toimivat paitsi henkilökohtaisia valintoja tekevinä toimijoina, myös yhteiskunnallisiin asioihin vaikuttavina kansalaisina, jolloin

kulutussiirtymään liittyvät kysymykset voidaan nähdä myös koko ruokajärjestelmän murrosta koskevana haasteena. Toisin sanoen kuluttajilla on myös näkemyksensä esimerkiksi kulutussiirtymästä yleisellä tasolla sekä omien vaikutusmahdollisuuksiensa ja vastuun suuruudesta sekä siitä, kuinka tämä peilautuu laajempaan kokonaisuuteen. Tällaista tulokulmaa voidaan pitää toistaiseksi tutkimuksellisesti aliedustettuna, kun puhutaan tulevista ruokamurroksista.

Tässä tutkimushankkeessa toteutettu kuluttajakysely keskittyy yllä mainittuihin tiedontarpeisiin. Huomio kohdentuu erilaisten kasvipohjaisten ja solumaatalouden tuotteiden tunnettuuteen ja käyttöhalukkuuteen Suomessa. Lisäksi kyselyssä selvitettiin kuluttaja-kansalaisten näkemyksiä yhteiskunnallisesta muutoksesta aihepiiriin kytkeytyen ja näihin liittyvistä toimijarooleista (katso tarkemmin luvut 3, 4 ja 5).

3 Empiiriset lähestymistavat: käsitteet, aineistot ja menetelmät

Seuraavassa esitellään hankkeessa toteutettujen empiiristen tutkimustehtävien taustaksi joitain käsitteellisiä tulokulmia ja rajoituksia sekä käytettyjä aineistoja ja menetelmiä. Hankkeessa rakennettavien murrospolkujen sekä näiden taustaksi tehtyjen maankäyttö- ja energiantarvelaskelmien perusteet on esitelty tarkemmin selvityksen lukujen 6 ja 7 yhteydessä.

3.1 Kestävyysmurroksen ymmärtäminen

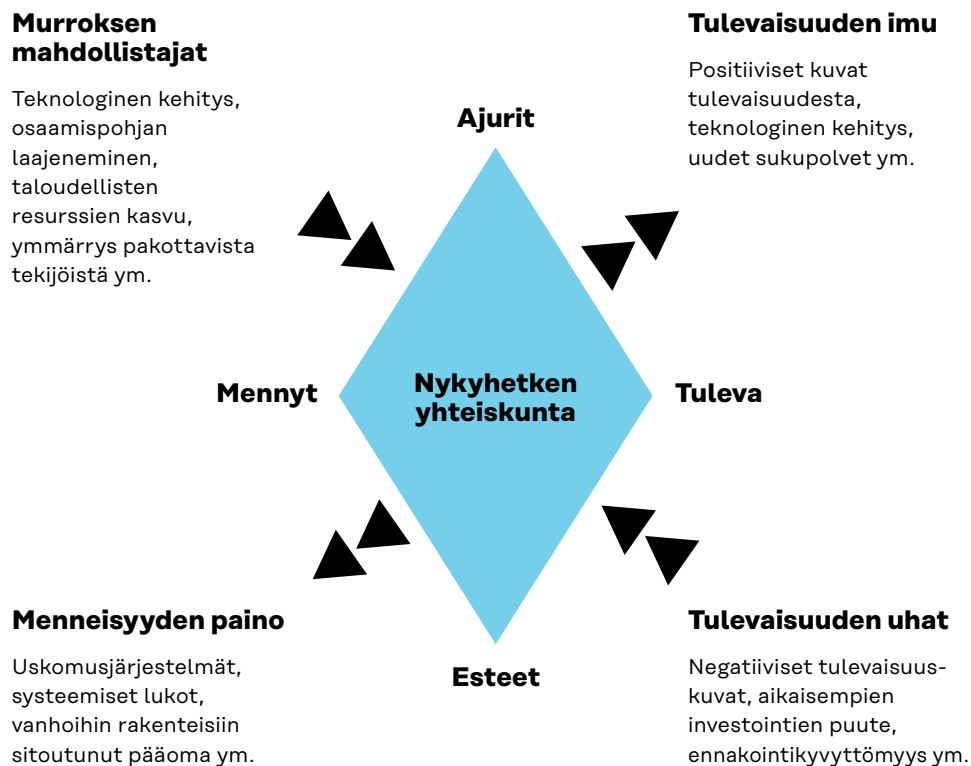
Kestävyyskysymyksiin liittyvän yhteiskunnallisen muutoksen ymmärtämiseen on kehitetty erilaisia mallinnuksia yhteiskunnallisista järjestelmistä ja niiden dynamiikasta (katso esim. Halonen ym. 2022). Näissä muutoksesta usein käytetty termi on murros (transformation), jonka voikin nähdä alleviivaavan kestävyyskysymyksiin kytkeytyvän muutoksen laatua ja suuruusluokkaa. Toisin sanoen oletuksena on, että kyse ei ole vain pienistä yksittäisistä muutoksista siellä täällä järjestelmää, vaan suuremmasta mullistuksesta siinä, kuinka erilaisia toimintatapoja ja käytänteitä tulisi ajatella ja tehdä toisin. Näin murros haastaa järjestelmää monella tasolla ja vaikuttaa merkittävästi sen toimintalogiikkaan.

Erilaisissa kestävyysmurroksen mallinuksissa tehdään eriäviä oletuksia siitä, mitkä tekijät ovat keskeisiä murrosdynamiikan kannalta ja miltä yhteiskunnalliselta tasolta murrosprosessit lähtevät liikkeelle ja rakentuvat osaksi laajempaa kokonaisuutta (katso. esim. Halonen 2022). Tässä kontekstissa on riittävää todeta, että käytännössä murros voi tapahtua ajasta, paikasta ja tarkastellusta teemasta riippuen monenlaisen kehityskulkujen kautta.

Kestävyysmurroksen näkökulman lisäksi tämä selvitys nojaa tarkastelussaan olennaisesti myös tiettyihin tulevaisuudentutkimuksen näkökulmiin, joista nostetaan seuraavassa esiin kolme erillistä kokonaisuutta:

- 1 Ensinnäkin, kuten jo edellä tuotiin esiin, tulevaisuuden kehitykseen voi nähdä kytkeytyvän yhtäältä murrosta hidastavia ja toisaalta sitä edistäviä elementtejä, jotka toimivat yhteiskunnissa käytännössä samanaikaisesti erisuuntaisina voimina. Kun tähän tuodaan mukaan ajallinen ulottuvuus, Inayatullah (2008) on esittänyt, että päästään tarkastelemaan myös tulevaisuuden muia ja menneisyyden painoa (katso myös Dufva & Rekola 2023). Kokonaisuuteen voidaan vielä lisätä menneessä kertyneet murroksen yhteiskunnalliset resurssit, jotka mahdollistavat murrosta, sekä tulevaisuuteen liittyvät uhkatekijät, jotka toimivat imun vastavoimina. Näin saadaan avattua moniulotteisesti dynamiikkaa, jota yhteiskunnallisen murroksen ymmärtäminen edellyttää (Kuvio 7).
- 2 Toisekseen on hyvä tunnistaa, että edellä esiteltyt, erilaiset murrostekijät koostuvat erilaisista toimijoista, rakenteista, trendeistä ja edelleen näitä kehystävistä megatrendeistä. Megatrendit on hyvä nostaa esiin erikseen, sillä tässä luvussa on käsitelty toistaiseksi vain ruokajärjestelmän sisäistä dynamiikkaa. Megatrendit viittaavat kuitenkin sellaisiin laajoihin kehityskaariin ja erilaisia muutosvoimia yhteen kokoaviin tekijöihin, jotka ylittävät yksittäisten sektorien ja järjestelmien logiikan, mutta jotka kuitenkin vaikuttavat

Kuvio 7. Tulevaisuusneliö auttaa hahmottamaan mahdollisia tulevaisuuksia (Inaytullah 2008, muokattu).



yhteiskunnassa laajalti likipitäen kaiken toiminnan taustalla.

Ei ole olemassa yhtä oikeaa tapaa tulkita ja hahmottaa megatrendejä. Niiden merkitys ja muoto myös muuttuvat ajassa ja edellyttävät aktiivista uudelleentulkintaa. Tämän selvityksen kontekstissa on mielekästä nostaa esiin erityisesti ympäristömuutoksen megatrendi, joka esiintyykin tyypillisesti eri megatrendiarvioissa keskeisenä tekijä (katso esim. Dufva & Rekola 2023; Kovanen ym. 2022) ja linkittyy olennaisesti ruokajärjestelmän tulevaisuushaasteisiin (esim. Ambikapathi ym. 2022).

- 3** Kolmanneksi voidaan vielä huomioda, kuinka tulevaisuustarkasteluihin sisältyy tyypillisesti ajatus siitä, minkälaisen kehityskulkujen kautta murros voisi

edetä. Tähän kytkeytyy myös polkuriippuvuuksien käsite, jonka mukaan menneiden tapahtumien voidaan nähdä vaikuttavan siihen, kuinka tuleva voi kehittyä. Vaikka tämä tulee periaatteessa ilmi myös edellä tarkastellun tulevaisuusneliön kautta, on hyvä huomioda, että se, mikä on mennyttä, nykyhetkeä ja tulevaa, muuttuu ajankulun myötä jatkuvasti, minkä vuoksi yhteiskunnat eivät ole staattisia vaan peilaavat näitä aikahorisontteja jatkuvasti uudestaan aiemman kehityksen valossa. Siten erityisesti nykyisessä, nopeasti muuttuvassa yhteiskunnassa se, mitä nyt arvioidaan kaukaisenakin tulevaisuutena, voikin olla yllättävän pian nykyhetkeä, ja nykyhetki edelleen menneisyyden rakennetta, jolloin kokonaisdynamiikka asettuu taas uudelleen arvioitavaan muotoon.

Itse murrosdynamikkaan tarkemmin kohdennettuna voidaan tunnistaa, että kehityskulut voivat olla polkuriippuvuuden hengessä lineaarisia, mutta niissä voi myös esiintyä erilaisia murtautumispisteitä ja epäjatkuvuuksia. Siten oletus siitä, että erilaiset historialliset kehityskulut jatkuisivat myös tulevaisuudessa sellaisenaan, voi helposti olla virheellinen ja johtaa harhaan (esim. Pöllänen ym. 2022). Onkin tärkeää pohtia, minkälaiset tekijät vaikuttavat kulloinkin tarkastelun kohteena olevan ilmiön taustalla ja mitä tästä voidaan ajatella seuraavan kehityskulkujen näkökulmista.

Nykytrendien tulevaisuuden jatkumisen mallintamisen eli trendiekstrapoloinnin lisäksi kirjallisuudessa usein keskusteltu kehityskulku liittyy S-käyrä –tyyppiseen kehityskulkuun erityisesti uudenlaisten innovaatioiden leviämisen kontekstissa (esim. Pöllänen ym. 2022; Tubb & Seba 2019). Tässä tapauksessa murroksessa esiintyy alkuvaiheessa jähmeyttä, kunnes murrosta edistävät voimat muuttuvat hidastavia suuremmaksi vääntötekijöiksi erilaisten takaisinkytkentöjen kautta ja murros siirtyy eksponentiaalisen kasvun vaiheeseen, kunnes jälleen lopulta saturoituu ja saavuttaa ikään kuin uudenlaisen tasapainotilan.

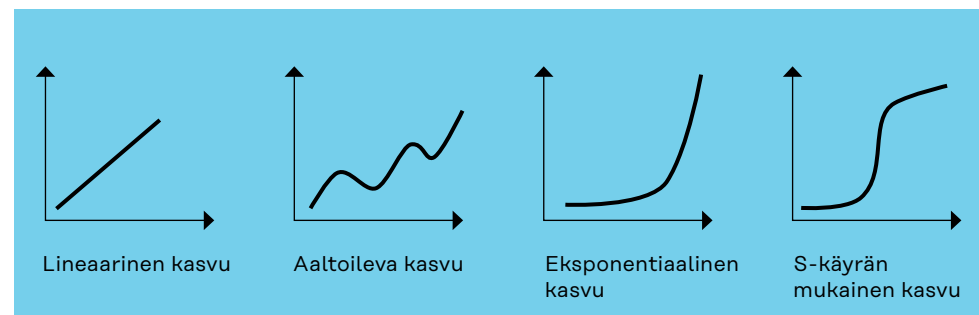
Tällaisesta murroksen logiikasta on näyttöä monenlaisten historiallisten inno-

vaatioiden omaksumisessa (Pöllänen ym. 2022). Esimerkiksi teknologioiden osalta monien laitteiden, kuten vesivessojen tai mikroaaltouunien yleistymisen on noudattanut yhteiskunnassa S-käyräksi kutsuttua omaksumiskäyrää. Tässä laitteiden käyttö on ollut aluksi varsin vähäistä ja vain tietyn etujoukon käytössä, mitä on seurannut varsin nopean eksponentiaalisen kasvun vaihe, kun innovaatiot ovat läpäisseet suurimman osan väestöstä. Tämän jälkeen omaksumiskäyrä on alkanut jälleen tasaantua, missä vaiheessa vähitellen viimeisimmät, laitteiden käyttöä aiemmin vältelleet tahot ovat alkaneet ottaa niitä käyttöön (Ritchie & Roser 2017).

Toisaalta erityisesti pitkän aikavälin laajoja murroksia tarkasteltaessa on hyvä tunnistaa, että kehityskulut voivat olla yhdistelmä erilaisia jaksoja ja päällekkäisiä, keskenään ristiriitaisiakin ilmiöitä, jotka voivat myös tuottaa esimerkiksi aaltomaisia syklejä ja kokonaisuuksia. Näin ollen on hyvä tarkastella tapauskohtaisesti sitä, minkälaisesta murrosdynamikasta kulloinkin on kyse (katso myös esim. Kamppinen & Malaska 2004 ja Kuvio 8).

Näihin kysymyksiin palataan tarkemmin ruokajärjestelmän osalta luvussa 6, missä hahmotellaan Suomen ruokajärjestelmän murrokseen kytkeytyviä murrospolkuja.

Kuvio 8. Erilaisia yhteiskunnallisen murroksen hahmotelmia (Kamppinen & Malaska 2004, s. 68, muokattu)



3.2 Delfoi- asiantuntijaprosessi

Kun halutaan hahmottaa eläinperäisten tuotteiden kulutuksessa tapahtuvaa murrosta ruokajärjestelmän kestävyysaasteiden kontekstissa, voidaan systeeminen ymmärrys ruokajärjestelmän toiminnasta sekä tämän muutosdynamikasta nähdä yhtenä olennaisena tutkimuksellisenä tulokulmana. Käytännössä tällöin on tärkeä tunnistaa haasteita tuottavat kysymyksenasettelut, ruokajärjestelmän keskeiset toimijat, valta- ja vuorovaikutussuhteet sekä eri toimista seuraavat potentiaaliset muutoksen suuruudet ja suunnat (katso myös luku 1 sekä esim. Halonen ym. 2022; Lang & Heasman 2015). Delfoi-asiantuntijaprosessilla päästään kiinnostavasti kiinni tästä kokonaisdynamikasta.

Tässä tutkimuksessa kartoitettiin ruokajärjestelmän toimijoiden näkemyksiä eläinperäisten tuotteiden kestävyysaasteista. Lisäksi hahmoteltiin, mikä estää tai edistää eri toimijoiden siirtymää kasviproteiineihin ja solumaatalouden tuotteisiin. Pyrkimyksenä oli tuoda esiin erilaisten näkemysten moninaisuutta ja tarkastella, missä määrin nämä eri näkemykset ovat kytköksissä toisiinsa. Erityisenä kiinnostuksen kohteena oli tunnistaa, mitkä tekijät voisivat olla keskeisiä, kun halutaan ymmärtää ruokajärjestelmän murrosta, joka koskee eläinperäisiä tuotteita ja näille vaihtoehtoisia ratkaisuja.

Delfoi-prosessi toteutettiin kaksivaiheisena niin, että ensin tehtyjä asiantuntijahaastatteluja hyödynnettiin asiantuntijakyselyn rakentamisessa. Seuraavassa kuvataan tarkemmin aineistonkeruun ja analyysin kierrokset.

Asiantuntijahaastattelut (Delfoin ensimmäinen kierros)

Asiantuntijahaastattelupaneelia koottaessa pyrittiin tunnistamaan asiantuntijoita ruokajärjestelmän eri alueilta, joita olivat maatalous, solumaatalous, tuotekehitys, ruokateol-

isuus, kauppa, ravintolat ja joukkoruokailu, kulutus, hallinto, politiikka ja järjestöt.

Lisäksi haastateltavien valinnalla haluttiin kattaa temaattisesti eri osaamisalueita, jotta aineisto kattaisi taloudelliset, poliittiset, teknologiset, ympäristölliset ja sosio-kulttuuriset ja arvoihin kytkeytyvät tulokulmat aihepiiriin. Haastatteluja tehtiin yhteensä 20 kappaletta.

Haastatteluissa keskityttiin haastateltavien näkemyksiin ruokajärjestelmän tilasta ja erityisesti eläin-, ja kasvipohjaisiin, sekä solumaatalouden tuotteisiin liittyvistä keskeisistä järjestelmän muutoksen teemoista ja toimijoista sekä kulutusmäärien muutoksesta. Haastatteluiden analyysivaiheessa keskityttiin erityisesti kolmeen tutkimusintressiin:

1. Mitkä ovat keskeisimpiä kestävyysmurrosta estäviä ja mahdollistavia teemoja ja näkökulmia?
2. Mitkä ruokajärjestelmän toimijat nousivat haastateltavien puheissa erityisesti esiin murrokseen vaikuttavina voimina?
3. Minkälaisia arvioita haastateltavat antavat liha- ja maitoproteiinin kokonaiskulutuksen muutoksista vuosina 2020–2050 ja näitä korvaavien tuotteiden osuuksista, ja mitä he nimesivät keskeisimmiksi muutokseen vaikuttaviksi tekijöiksi tällä aikavälillä?

Aineistoa ryhmiteltiin erilaisiin aineistolähtöisiin kokonaisuuksiin, joissa korostuivat kullekin näkökulmalle ominaiset teemakentät, kuten esimerkiksi politiikkakysymyksissä alkutuotannon haasteet ja talouskysymyksissä markkinoiden toiminta uusien tuotteiden ympärillä. Näin aineiston kautta onnistuttiin luomaan yleiskuva murroksen luonteesta eri kokonaisuuksien ja näiden painopisteiden osalta. Samalla kyettiin tarkastelemaan ilmiöiden taustalla vaikuttavia erinäisiä tekijöitä ja vuorovaikutussuhteita

Asiantuntijakysely (Delfoin toinen kierros)

Edellä kuvatun haastatteluanalyysin pohjalta tunnistettiin ruokajärjestelmän murroksen ymmärtämisen kannalta keskeisimmät teemat, joiden pohjalta rakennettiin Delfoi-prosessin toisen kierroksen kyselylomake. Kyselylomake toteutettiin vain suomenkielisenä, ja se kohdennettiin aiemmin prosessissa haastatetuille suomenkielisille henkilöille. Tämän lisäksi vastaajajoukkoa laajennettiin hieman, jotta aineisto olisi riittävän moniulotteinen, vaikka kaikki tavoitellut tahot eivät vastaisikaan kyselyyn. Näin päädyttiin lopulta 30 vastaajan joukkoon, joka sisälsi edustajia kymmenestä eri ruokajärjestelmän osasta (maatalous, solumaatalous, tuotekehitys, ruokateollisuus, kauppa, ravintolat ja joukkoruokailu, kulutus, hallinto, politiikka ja järjestöt).

Asiantuntijakyselyn tavoitteena oli jatkojalostaa tiettyjä haastatteluissa esiin nousseita elementtejä ruokamurroksen toteutumisen keskeisistä muutostekijöistä, toimijoista sekä näiden vastuu- ja vaikutusmahdollisuuksista. Lisäksi oltiin kiinnostuneita liha- ja maitotuotteiden, kasvipohjaisten tuotteiden sekä solumaatalouden ratkaisujen tulevaisuuden kulutusmääristä. Kysely toteutettiin Webropol-ohjelmalla ja se sisälsi lopulta kymmenen erilaista monivalintakysymystä. Osa kysymyksistä esitettiin soveltuvasti myös kuluttajille hankkeen kuluttajakyselyn yhteydessä (katso luku 4).

Kysely lähetettiin aluksi 30 henkilölle, ja sitä täydennettiin myöhemmin niin, että kokonaisuudessaan pyrittiin tavoittamaan yhteensä 56 asiantuntijavastaajaa. Vastaajia saatiin lopulta 16 kappaletta. Vastausprosentin suuruuteen voi vaikuttaa tulevaisuusarvioinnin yleinen haastavuus ja asiantuntijoiden kiire, jonka vuoksi heillä on siten rajalliset mahdollisuudet osallistua erilaisiin tutkimuksiin. Kyselytutkimusten vastaajamäärät ovat olleet kautta linjan laskussa pitkällä aikavälillä.

Aineistonkeruun tavoitteena oli kuitenkin mieluummin saada vastaajiksi valikoimamme ryhmä kuin mahdollisimman laaja edustus. Lisäksi kaikista ruokajärjestelmän osista saatiin vähintään yhden asiantuntijan vastaukset, minkä lisäksi kuudessa eri kategoriassa oli kaksi asiantuntijavastaajaa (maatalous, solumaatalous, tuotekehitys, ravintolat, hallinto ja järjestöt). Laadullisesti aineisto sisältää siten näkemyksiä koko ruokajärjestelmästä.

3.3 Kuluttajakysely

Kuluttajakyselyssä tarkasteltiin yhtäältä, kuinka suomalaiset kuluttajat suhtautuvat uusiin, eläinperäisille tuotteille vaihtoehtoihin, kasvipärisiin tuotteisiin henkilökohtaisena kulutusvalintakysymyksenä (katso luku 5), ja toisaalta kuinka he näkevät suomalaisen ruokajärjestelmän murroksen tässä suhteessa pitkällä aikavälillä kohti vuotta 2050. Tutkimuksen voidaan nähdä myös avaavan ja syventävän näkökulmia aiempaan kansallisen tason tutkimuskeskusteluun aihepiiristä (Klößner ym. 2022).

Kuluttajakysely rakennettiin aihepiirin aiemman tutkimuskirjallisuuden pohjalta mukailten tyylillisesti myös Sitran aiemmin toteuttamia kuluttajakyselyitä. Lopullisessa kyselylomakkeessa oli yhteensä 40 kysymyspatteristoa, jotka sisälsivät vaihtelevan määrän monivalintaväittämiä, sekä kahdeksan avoimen vastauksen vapaaehtoista kysymystä.

Tässä selvityksessä esitellään kyselyn osiot, jotka käsittelevät henkilökohtaista ruokavaliota ja sen taustoja koskevia kysymyksiä, erilaisten kasvipohjaisten ja solumaatalouden tuotteiden tunnettuutta, käyttöhalukkuutta ja näiden taustatekijöitä. Lisäksi vastaajilta pyydettiin arvioita eri tuoteriikoiden kulutusmäärien yhteiskunnallisesta muutoksesta ja siihen liittyvien toimijoiden vastuista ja vaikutusmahdollisuuksista samaan tapaan kuin tutkimushankkeen asiantuntijakyselyssä (katso luku 3.2 ja 4).

Kyselyaineistoon kuului myös kuluttajapaneelin sosio-demografiset taustatiedot, joista tässä selvityksessä tarkastellaan kulutuksen, sukupuolen, iän, asuinpaikan ja koulutuksen vaikutusta.

Kyselyn aineistonkeruun toteutti Kantar TNS Oy hyödyntämällä kuluttajapaneelia vastaajajoukkona. Kantarilla on kokonaisuudessaan noin 40 000 kuluttajan suuruinen paneeli, jonka kautta kyettiin toteuttamaan koko Suomen väestöä edustava otos. Tässä tutkimuksessa tavoiteltiin vähintään 1 500 henkilön suuruista otosta väestöllisen edus-

tavuuden takaamiseksi. Kyselyn perusjoukkona toimi manner-Suomen suomenkielinen väestö ikäluokassa 18–79. Aineisto kerättiin verkkokyselylomakkeella. Aineiston valinnassa käytettiin iän, alueen ja sukupuolen lisäksi kriteereinä poliittista kantaa, jotta mahdolliset aineiston vinoumat saataisiin minimoitua. Lisäksi kerätty aineisto painotettiin lopulta näiden muuttujien suhteen väestöllisen edustavuuden takaamiseksi. Kyselyn aineistonkeruu toteutettiin kesäkuussa 2022 ja sen otoskooksi muodostui lopulta n=1570.

4 Arviot kulutusmääristä, muutostekijöistä ja keskeisistä toimijoista ruokamurroksessa

4.1 Mitä eri tuoteryhmien kulutusmääriksi arvioidaan vuonna 2050?

Sekä asiantuntijapaneelilta että kuluttaja- ja kansalaisilta tiedusteltiin heidän näkemyksiään liha- ja maitotuotteiden sekä näille vaihtoehtoisten ratkaisujen tulevaisuuden kulutusmuutoksista.

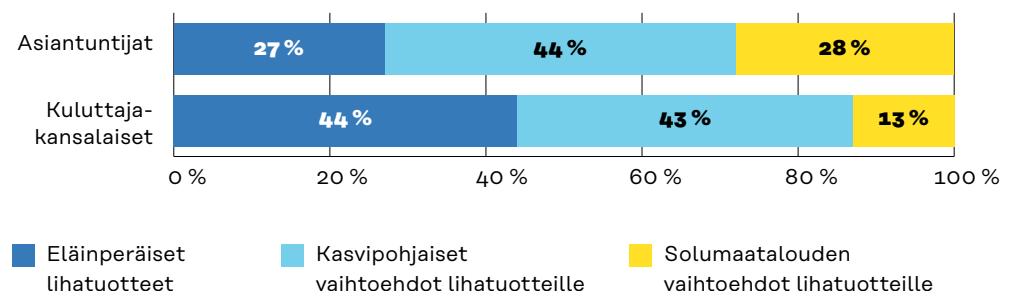
Vastaajilta pyydettiin heidän arvioitaan siitä, missä määrin Suomen nykyinen liha- ja maitotuotteiden kulutustaso voisi todennäköisesti muuttua ja erityisesti, mikä voisi olla näille vaihtoehtoisten ratkaisujen suhteellinen osuus vuonna 2050 verrattuna nykyiseen liha- ja maitotuotteiden kulutukseen. Tarkastelun yksinkertaistamiseksi oletettiin, etteivät kokonaiskulutusmäärät tulisi tässä suhteessa muuttumaan, vaan ainoastaan tuoteryhmien osuudet kulutuksesta.

Kyselyn perusteella niin asiantuntijat kuin kuluttajatkin uskovat verrattain suureen pudotukseen lihankulutuksen tasossa: asiantuntijoiden arvioiden mukaan suomalaiset kuluttavat lihaproteiinia vain noin neljännek-

sen nykyisestä tasosta vuonna 2050 (Kuvio 9). Tilalle olisi tulossa suurimmaksi osaksi kasvipohjaisia tuotteita, mutta vajaan kolmanneksen osuudella solutuotannon ratkaisuja. Esimerkiksi Vinnarin (2008) aiemmassa tutkimuksessa saatiin tässä suhteessa maltillisempia muutoslukuja, mutta kyse oli eri ajanhetkestä ja tulevaisuusarviot ulottuivat tuolloin vuoteen 2030. Voidaankin mahdollisesti ajatella, että kysymyksenasettelu on politisoitunut viimeisen vuosikymmenen aikana eri tavoin kuin aiemmin.

Kuluttaja-kansalaisten arviot olivat tässä suhteessa hieman maltillisempia, mutta näissäkin lihaproteiinin kulutus vähenisi yli puolella nykyisestä. Arviot kasvipohjaisista ratkaisuista olivat kuluttajien ja asiantuntijoiden suhteen hyvin samankaltaisia, ja eroavaisuus asiantuntijoiden ja kuluttajien välille syntyikin solumaatalouden arvioiden osalta: asiantuntijoiden mukaan solumaatalouden tuotteiden kulutus voisi olla kaksinkertainen kuluttaja-kansalaisten näkemyksiin verrattuna (Kuvio 9).

Kuvio 9. Asiantuntijoiden ja kuluttaja-kansalaisten arviot siitä, minkälaisen prosentuaalisen osuuden eri tuoteryhmät voisivat nykyisestä lihatuotteiden sisältämän proteiinin kokonaiskulutuksesta ottaa vuoteen 2050 mennessä



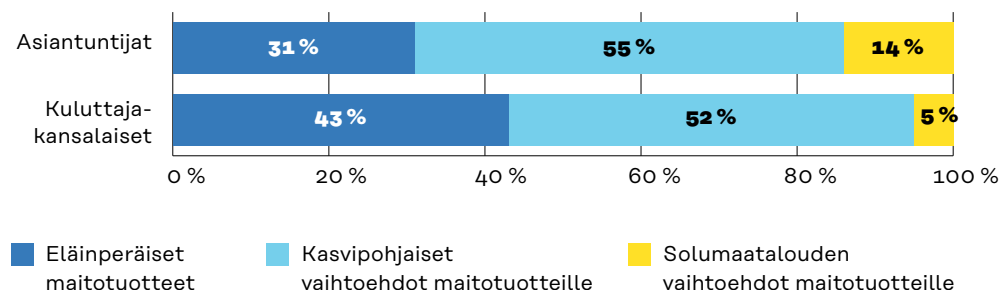
Maitotuotteita ja niille vaihtoehtoisia ratkaisuja tarkasteltaessa havaittiin niin ikään, että vähennys eläinperäisissä maitotuotteissa arvioidaan huomattavaksi: asiantuntijat arvioivat eläinperäisten maitotuotteiden proteiininkulutuksen olevan noin kolmannekseen nykytasoa alhaisempi vuonna 2050.

Kuluttaja-kansalaisten arviot olivat maidon osalta, kuten lihatuotteissakin, hieman asiantuntija-arvioita varovaisempia sikäli, että eläinperäisten maitotuotteiden proteiinin osuudeksi arvioitiin noin 44 prosenttia vuonna 2050 (Kuvio 10). Kuten lihatuotteille vaihtoehtoisten kasvipohjaisten ratkaisujen osalta, myös kasvipohjaisissa vaihtoehdoissa maitotuotteille asiantuntijoiden ja kuluttaja-kansalaisten arviot ovat lähellä toisiaan. Suurin ero lihasektoriin tuleekin siinä, että solumaatalouden ratkai-

sujen osuus arvioitiin jonkin verran maltillisemmaksi maitosektorilla niin, että asiantuntijat arvioivat sen roolin kuitenkin suhteessa selvästi suuremmaksi kuin kuluttaja-kansalaiset (Kuvio 10).

On kuitenkin hyvä huomioida, että pitkän aikajänteen arvioiden teko kulutusmuutoksista ruokajärjestelmässä on ylipäänsä haastavaa, minkä vuoksi tuloksia kannattaa tulkita ensisijaisesti karkeina mittaluokka-arviona täsmällisten lukuarvojen sijaan. Arvioihin vaikuttavat myös esimerkiksi asiantuntija-aineiston osallistujajoukon kokoonpano ja kysymyksenasettelut. Aineistojen arvioissa oli lisäksi paljon sisäistä hajontaa, mikä osaltaan heijastanee mainittua haasteellisuutta, mutta kertoo samalla myös moniäänisyydestä, mitä pelkät keskiarvot eivät sellaisenaan paljasta.

Kuvio 10. Asiantuntijoiden ja kuluttaja-kansalaisten arviot siitä, minkälaisen prosentuaalisen osuuden eri tuoteryhmät voisivat nykyisestä maitotuotteiden sisältämän proteiinin kokonaiskulutuksesta ottaa vuoteen 2050 mennessä



4.2 Mitkä ovat murroksen kannalta keskeisiä muutostekijöitä?

Asiantuntijahaastatteluissa läpikäytyjen, keskeisten kestävyysmurrosta estävien ja mahdollistavien tekijöiden analyysin pohjalta (haastatteluiden ensimmäinen tutkimuskysymys) nostettiin keskeisiä muutostekijöitä asiantuntijakyselyyn ruokajärjestelmän eri osista. Näitä koostettiin asiantuntijakyselyyn yhteensä 27 kappaletta

erikseen tekijöiden koetun merkityksen ja hyväksyttävyyden pohjalta niin, että maatalous ja solumaatalous tulivat tarkasteltua eri kokonaisuuksina (katso Taulukko 2 ja Taulukko 3). Itse haastattelut käsiteltiin erilaisten uhkien ja mahdollisuuksien näkökulmista huomioiden taloudelliset, poliittiset, teknologiset, ympäristölliset ja sosio-kulttuuriset ja arvoihin kytkeytyvät teemat. Haastatteluja käytettiin tutkimuksen tausta-aineistona.

Taulukko 2. Asiantuntijanäkemykset muutostekijöiden merkityksestä ja hyväksyttävyydestä maatalouden kasvipohjaisissa tuotteissa

	Suuri tai melko suuri merkitys %	Suuri tai melko suuri hyväksyttävyyys %
Alkutuotanto		
Kasvijaalostukseen panostaminen	93,3	100,0
Viljelytekniikoiden kehittäminen	86,7	100,0
Tuottajien koulutukseen panostaminen	81,3	100,0
Tuotantotukijärjestelmän muutokset	100,0	78,6
Sopimusviljely tai muu lisääntynyt yhteistyö ruokateollisuuden, kaupan tai ravintoloiden kanssa	73,4	87,6
Ruokateollisuus		
Taloudellinen panostaminen tuotekehitykseen	93,8	100,0
Tuotemarkkinoinnin ja brändäyksen kehittäminen	87,5	68,8
Pakkausmerkintöjen lisääminen kertomaan tuotteiden kestävyysvaikutuksista	56,3	93,8
Sopimusyhteistyö kaupan tai ravintoloiden kanssa	71,4	86,6
Uusien elintarvikkeiden hyväksyntäprosessien keventäminen EU:ssa	73,3	64,3
Kauppa, ravintolat ja joukkoruokailu		
Kauppojen tuotevalikoimien monipuolistuminen	81,3	93,8
Kauppojen myynninedistämiseen panostaminen	93,8	50,0
Kaupan alan kilpailun lisääntyminen ja keskittyneisyyden purkautuminen	53,9	64,3
Kestävyyskriteerien käytön vahvistuminen julkisissa hankinnoissa	86,7	80,0
Keittiöhenkilökunnan koulutukseen panostaminen	87,5	87,5
Ravintolatarjonnan kehittäminen	87,5	87,6
Kestävyyskriteerien viestintä kuluttajalle kaupoissa ja ravintoloissa	73,3	87,5
Kulutus		
Kestävyyspainotuksen vahvistaminen ravitsemussuosituksissa ohjaamaan kuluttajia ja muita ruoka-alan toimijoita	93,8	93,3
Erilaisten älysovellusten kehittäminen kestävien kuluttajavalintojen tueksi	40,0	71,4
Kasvipohjaisten tuotteiden trendiytymisen voimistuminen esimerkiksi sosiaalisen median kautta	80,0	64,3
Kokeilukulttuurin vahvistuminen ruokailutilanteissa	66,7	75,1
Kulttuurisen arvopohjan muutokset	100,0	66,6
Ruoka- ja kulutuspolitiikka		
Maatalous-, terveys- ja ympäristöpolitiikan yhteentuovan ruokapolitiikkaelimen kehittäminen	93,4	76,9
Kansalaisaktivismi ja -liikkeet nykyisen eläintuotannon käytänteiden muuttajina	50,0	33,4
Kasvipohjaisten tuotteiden rahallinen julkinen tuki	93,8	68,8
Eläinperäisten tuotteiden lisävero	85,7	33,3
Joidenkin eläinperäisten tuoteryhmien myyntikiellot	71,4	35,7

Kysymyksen "Millainen on seuraavien muutostekijöiden merkitys ja hyväksyttävyyys, jos halutaan, että maatalouden kasvipohjaisten tuotteiden määrä lisääntyisi ruokajärjestelmässä vuoteen 2050 mennessä?" "Suuri" tai "melko suuri"-vastausten prosenttiosuudet.

Asiantuntijoille esitetty keinovalikoima sai odotetusti laajalti kannatusta, koska se pohjautui haastatteluissa tunnistettuihin avaintemoihin. Kaikista eniten merkitystä vaikutti kuitenkin vastausten perusteella olevan alkutuotantoon sekä tuotekehitykseen tehtävillä taloudellis-poliittisilla ja teknisillä panostuksilla sekä toisaalta myös tietyillä kuluttajapintaan vaikuttavilla toimilla kuten ravitsemissuosituksen sekä tuotetukien kehittämisellä (vertaa myös esim. Hakola ym. 2023; Kuhmonen ym. 2017). Näiden lisäksi kulutuskulttuurisia muutoksia sekä yleistä poliittisten rakenteiden uudistamista ruokakysymyksissä pidettiin hyvin merkittävänä. Yli 80 prosenttia vastaajista piti merkittävänä myös erilaisia kaupan, ravintoloiden ja joukkoruokailun toimia. Kääntäen onkin ehkä helpompi esittää tekijät, joita ei pidetty

erityisen keskeisinä muutoksen suhteen (vertaa myös Vinnari 2008) (Taulukko 2).

Vaikka koetun merkityksen ja hyväksyttävyyden välillä onkin havaittavissa eroja, ne eivät ole systemaattisia siinä mielessä, että esimerkiksi merkityksellisemmiksi koetut tekijät olisivat kautta linjan suhteessa vähemmän hyväksyttäviä. Suurimmat erot tässä suhteessa liittyvät kulutuspoliittiseen ohjaukseen, jossa hyväksyttävyys nähdään selvästikin alempana kuin merkitys (Taulukko 2), mikä on havaittavissa myös aiemmassa tutkimuksessa (esim. Ilmastobarometri 2023; Metelinen 2023). Tämän perusteella voisi ajatella, että murrosta edistäviä toimia kannattaisi mahdollisesti kohdentaa enemmän alkutuotannon ja kaupan ja ravintola-alan uudistamiseen, missä sekä merkitysettä hyväksyttävyytasot arvioitiin korkeiksi.

Taulukko 3. Asiantuntijanäkemykset muutostekijöiden merkityksestä ja hyväksyttävyydestä solumaatalouden osalta.

	Suuri tai melko suuri merkitys %	Suuri tai melko suuri hyväksyttävyyys %
Alkutuotanto		
Tuotantotekniikkaan panostaminen	93,8	87,5
Vihreän energian saatavuus tuotantoon	87,6	93,8
Tuottajien koulutukseen panostaminen	93,8	87,5
Tuotantotukijärjestelmän muutokset	100,0	56,3
Sopimustuotanto tai muu lisääntynyt yhteistyö ruokateollisuuden, kaupan tai ravintoloiden kanssa	66,7	73,4
Ruokateollisuus		
Taloudellinen panostaminen tuotekehitykseen	100,0	93,8
Tuotemerkkinoinnin ja brändäyksen kehittäminen	93,8	62,5
Pakkausmerkintöjen lisääminen kertomaan tuotteiden kestävyysvaikutuksista	75,0	81,3
Sopimusyhteistyö kaupan tai ravintoloiden kanssa	66,7	85,7
Uusien elintarvikkeiden hyväksyntäprosessien keventäminen EU:ssa	86,6	68,8
Kauppa, ravintolat ja joukkoruokailu		
Kauppojen tuotevalikoimien monipuolistuminen	75,0	100,0
Kauppojen myynninedistämiseen panostaminen	66,7	53,4
Kaupan alan kilpailun lisääntyminen ja keskittyneisyyden purkautuminen	35,7	63,7
Kestävyyskriteerien käytön vahvistuminen julkisissa hankinnoissa	81,3	86,6
Keittiöhenkilökunnan koulutukseen panostaminen	68,8	75,1
Ravintolatarjonnan kehittäminen	81,3	93,8
Kestävyyskriteerien viestintä kuluttajalle kaupoissa ja ravintoloissa	81,3	80,0
Kulutus		
Kestävyyspainotuksen vahvistaminen ravitsemussuosituksissa ohjaamaan kuluttajia ja muita ruoka-alan toimijoita	80,0	86,6
Erialaisten älysovellusten kehittäminen kestävien kuluttajavalintojen tueksi	35,7	58,3
Kasvipohjaisten tuotteiden trendiytymisen voimistuminen esimerkiksi sosiaalisen median kautta	85,7	66,7
Kokeilukulttuurin vahvistuminen ruokailutilanteissa	100,0	75,0
Kulttuurisen arvopohjan muutokset	100,0	50,0
Ruoka- ja kulutuspolitiikka		
Biotalous-, terveys- ja ympäristöpolitiikan yhteentuoovan ruokapolitiikkaelimen kehittäminen	80,0	78,6
Kansalaisaktivismi ja -liikkeet nykyisen eläintuotannon käytänteiden muuttajina	57,2	38,5
Solutuotannon tuotteiden rahallinen julkinen tuki	100,0	50,1
Eläinperäisten tuotteiden lisävero	84,6	35,7
Joidenkin eläinperäisten tuoteryhmien myyntikiellot	84,6	38,5

Kysymyksen ”Millainen on seuraavien muutostekijöiden merkitys ja hyväksyttävyyys, jos halutaan, että solutuotannon tuotteiden määrä lisääntyisi ruokajärjestelmässä vuoteen 2050 mennessä?” ”Suuri” tai ”melko suuri” -vastausten prosenttiosuudet.

Kun tarkastellaan solumaataloutta, yleiskuva ei eroa suuresti maatalouden murrokseen liittyvistä kysymyksistä. Esitetyt tekijät eivät olleet esimerkiksi erilaisesta tuotantotekniikasta johtuen täysin samoja, mutta siitä huolimatta erityisen keskeisiksi tekijöiksi merkityksen suhteen nousivat laajalti alkutuotantoon, tuotekehitykseen ja kulutuskulttuuriin kytkeytyvät tekijät (vertaa myös esim. Niemi ym. 2022), minkä lisäksi myös kulutuspoliittisia ja kaupan ja ravintoloiden toimintaan kytkeytyä tekijöitä pidettiin merkityksellisinä (Taulukko 3).

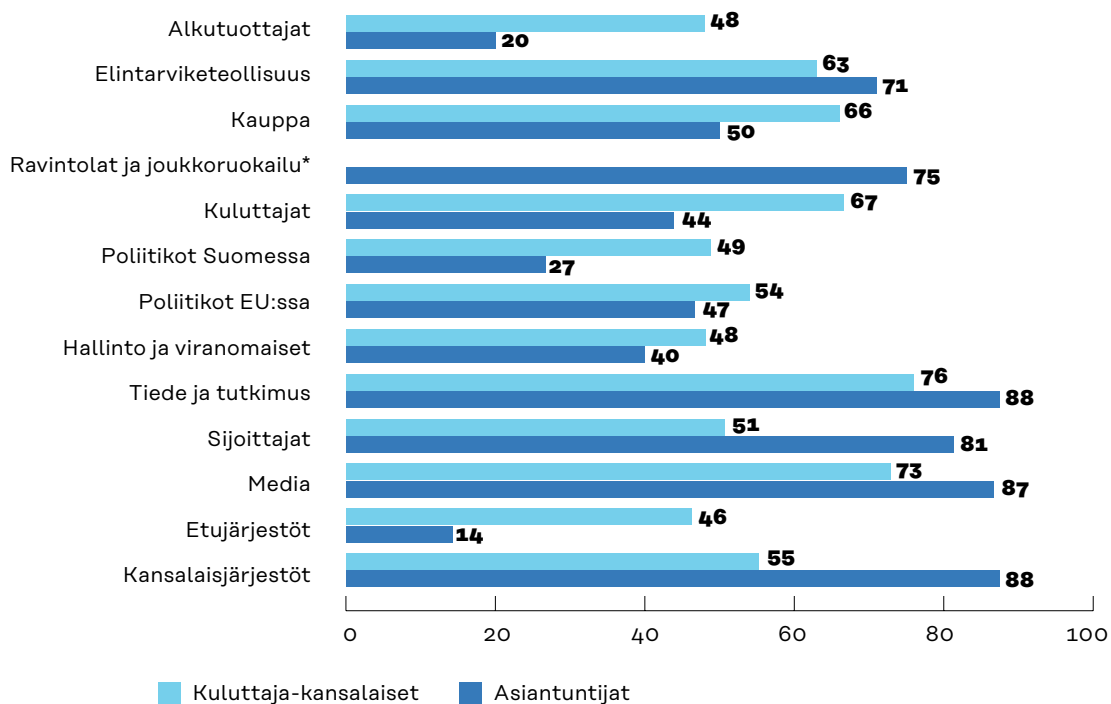
Tekijöiden hyväksyttävyytasot olivat solumaataloudessa kautta linjan jonkin verran maatalouden murrostekijöitä alempia, mikä oli itsessään odotettu arvio, kun kyse on täysin uudenlaisen tuotantosektorin rakentumisesta. Myös tässä suhteessa suurimmat mahdollisuudet murrokselle nähdään alkutuotannon ja tuotekehityksen sekä toisaalta myös ravintolarajonnan ja

kuluttajaviestinnän kehittämässä (Taulukko 3).

4.3 Ketkä nähdään murroksen avaintoimijoina ja keillä on vastuu?

Yleisen tason murrokseen kytkeytynyt toinen keskeinen tutkimusintressi liittyi siihen, minkälainen eri toimijoiden rooli on ruokajärjestelmän murroksessa. Erityisesti tarkasteltiin, minkälaisena muutosvoimana ja kuinka vastuullisena toimijat voidaan tässä suhteessa nähdä. Näkökulmaa voidaan pitää olennaisena sen suhteen, kenellä nähdään olevan mahdollisuuksia murroksen rakentamiseen ja edelleen vastuuta toimintaan (vertaa myös Halonen ym. 2022; Kaljonen ym. 2022). Seuraavassa esitetään Delfoi-tutkimuksen asiantuntijakyselyn ja kuluttajakyselyn tulokset tältä osin. Asiantuntijahaastatteluja käytettiin työstön tausta-aineistona.

Kuvio 11. Miten arvioit seuraavien toimijoiden vaikuttavan siihen, että eläinperäiset tuotteet korvautuisivat Suomessa maatalouden kasvipohjaisilla tuotteilla sekä solutuotannon ratkaisulla vuoteen 2050 mennessä?



Kuviossa on esitetty prosenttiosuudet vastauksesta "edistää selvästi tai melko paljon".
*Ravintolat ja joukkoruokailu eivät olleet mukana vaihtoehtona kuluttajakyselyssä.

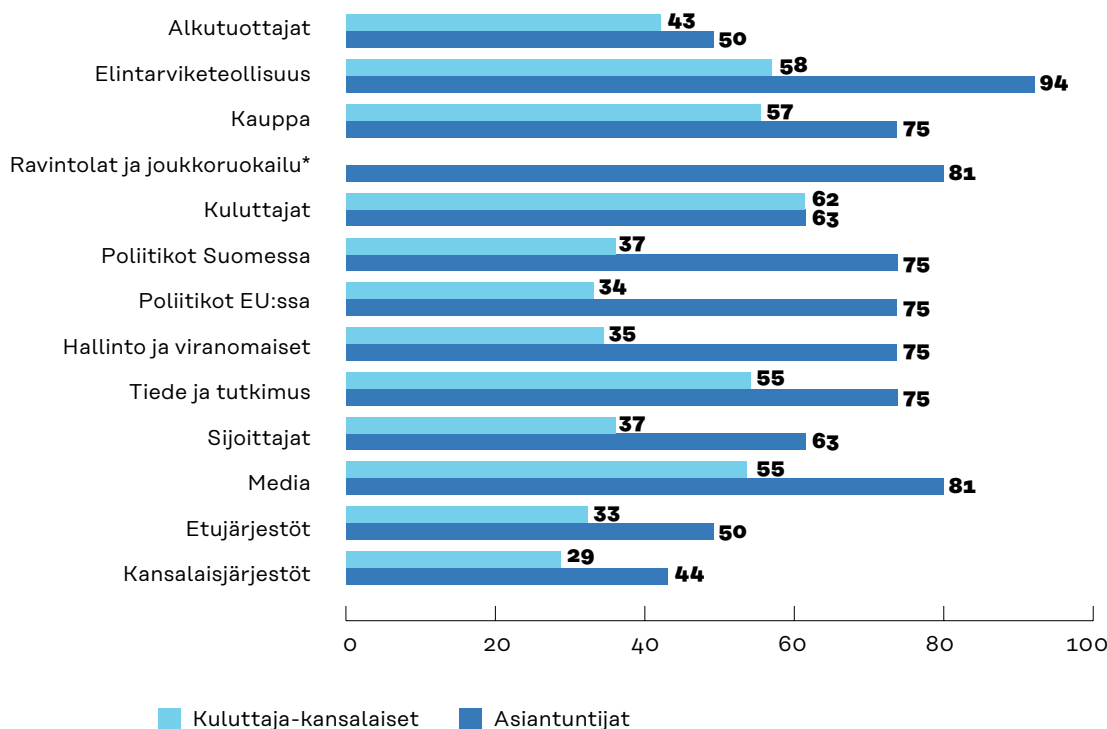
Murrosmyönteisimmät toimijatahot vaikuttasivat asiantuntijavastausten pohjalta nousevan tieteen ja tutkimuksen, kansalaisjärjestöjen, median, sijoittajien, ravintoloiden ja ruokateollisuuden kentiltä. Näiden toimijoiden murrosmyönteisyyteen uskoi yli 70 prosenttia asiantuntijoista. Lisäksi hieman alle puolet vastaajista nimesi kaupan, poliitikot Euroopan unionissa, kuluttajat ja hallinnon murrosta edistäviksi tahoiksi. Sen sijaan poliitikot Suomessa, alkutuottajat ja etujärjestöt olivat enää noin neljänneksen tai harvemman mielestä murrosta edistäviä toimijoita (Kuvio 11).

Myös kuluttaja-kansalaiset nostivat tieteen ja tutkimuksen, median sekä ruokateollisuuden voittopuolisesti murrosmyönteisiksi, mutta sen lisäksi he näkivät myös

kaupan ja kuluttajien aseman rinnasteisena näille vahvemmin kuin asiantuntijat. Sen sijaan usko sijoittajien tai kansalaisjärjestöjen murrosmyönteisyyteen oli asiantuntijoita heikompaa. Kuluttaja-kansalaiset myös näkivät politiikan ja hallinnon toimijat asiantuntijoita jonkin verran murrosmyönteisemmässä valossa. Erityisesti usko alkutuottajiin ja etujärjestöihin oli tässä suhteessa korkeampaa (Kuvio 11).

Vastuukysymyksiä tarkasteltaessa aieman kysymyksenasettelun kuva hieman muuttuu: asiantuntijat asettivat kautta linjan enemmän vastuuta toimijoille, kuin mitä he niiden murrosmyönteisyydestä ajattelivat. Yli 70 prosenttia asiantuntijoista oli sitä mieltä, että elintarviketeollisuus, media, ravintolat, tiede ja tutkimus, politiikan toimijat, kauppa

Kuvio 12. Missä määrin koet seuraavien tahojen olevan vastuussa eläinperäisiä tuotteita korvaavien maatalouden kasvipohjaisten tuotteiden sekä solutuotannon ratkaisujen tarjonnan lisääntymisestä Suomessa?



Kuviossa on esitetty prosenttiosuudet vastauksista "erittäin tai melko suuri vastuu".
*Ravintolat ja joukkoruokailu eivät olleet mukana vaihtoehtona kuluttajakyselyssä.

sekä hallinto ovat murroksesta erittäin tai melko paljon vastuussa olevia toimijoita. Näin ollen erityisesti politiikan toimijoiden ja hallinnon asema muuttuu suhteessa paljon edelliseen tarkasteluun. Toisaalta edellisiä vähemmänkin vastuussa olevia toimijoita nähdään olevan, ja esimerkiksi alkutuottajat ja etujärjestöt ovat noin joka toisen vastaajan mielestä erittäin tai melko paljon vastuussa murroksesta. Tätäkin voidaan pitää vielä verrattain korkeana lukemana. Lisäksi kiinnostavasti kansalaisjärjestöt ovat tässä arvioinnissa joukon hännillä, vaikka heidät samalla nähdään murrosmyönteisenä (Kuvio 12).

Kuluttaja-kansalaiset vaikuttaisivat asettaneen kautta linjan vähemmän vastuuta

toimijoille kuin asiantuntijat. Heillä arvioinnin kärkeen vastuun määrässä nousivat niin ikään tiede ja tutkimus, ruokateollisuus ja kauppa, mutta myös kuluttajat, jotka saavat mielenkiintoisesti yhtä suuren arvion vastuusta myös asiantuntijoilta. Sen sijaan poliitikkojen ja hallinnon sekä sijoittajien koetussa vastuussa näyttäisi olevan iso ero kuluttaja-kansalaisten ja asiantuntijoiden arvioiden välillä. Tämä on kiinnostava huomio, sillä yleisissä ympäristöbarometreissä on huomattu kuluttaja-kansalaisten myös odottavan eri yhteiskunnallisilta toimijoilta vastuunkantoa ympäristökysymyksissä (esim. Ilmastobarometri 2023; Metelinen 2023).

5 Kuluttajakokemukset ruokamurroksesta

5.1 Mitä eläinperäisten tuotteiden kulutuksesta tiedetään?

Kyselyn aluksi selvitettiin vastaajien ilmoittamia eläinperäisten tuotteiden kulutusmääriä. Suurin osa kyselyn vastaajista ilmoitti olevansa sekasyöjiä (85 %), 8 prosenttia vastaajista vältteli punaista lihaa, noin 4 prosenttia oli lakto-ovo-vegetaristeja ja hieman yli prosentti vegaaneja.

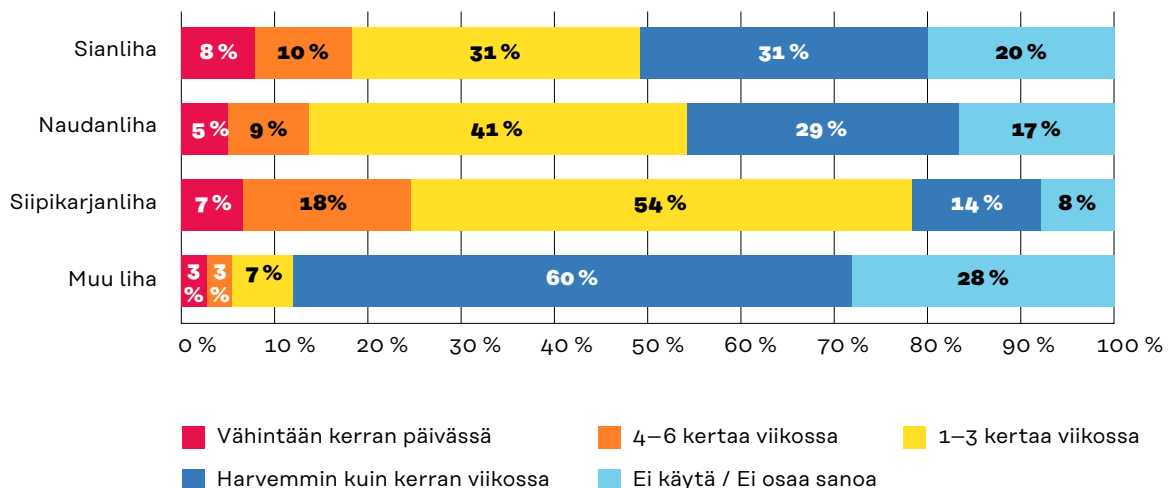
Kun vastaajilta kysyttiin lihatuotteiden kulutuksen yleisyydestä, vähintään päivittäin kulutetuista tuotteista yleisin oli sianliha (9 % vastaajista) (Kuvio 13). Kun näihin lukuihin lisätään vielä ne, jotka käyttävät tuotteita vähintään viikoittain, siipikarjanliha nousi yleisimmiksi kulutetuksi tuotteeksi (83 % vastaajista). Eniten vastaajia, jotka eivät käyttäneet näitä tuotteita lainkaan, oli muun lihan osalta (28 % vastaajista) (Kuvio 13).

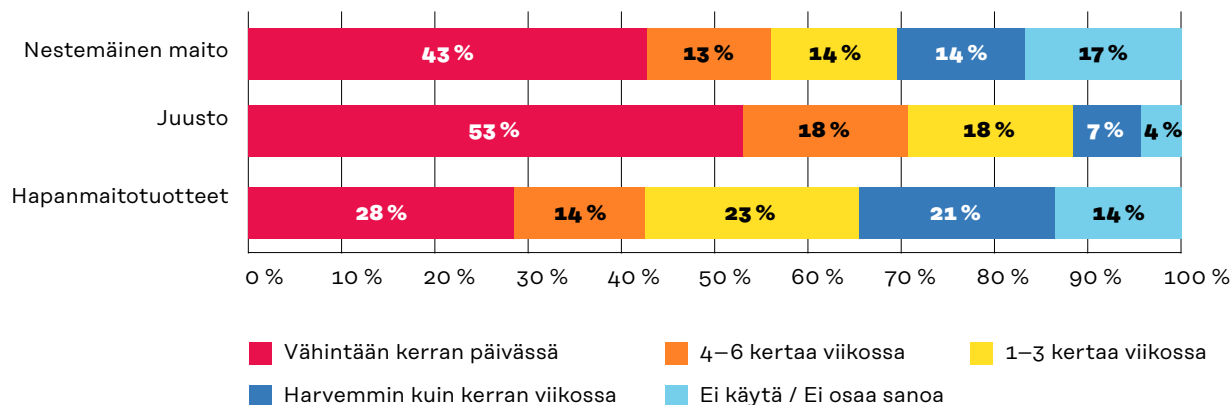
Maitotuotteissa vähintään päivittäin tuotteita käyttävien osuudet olivat lihatuotteita selvästi suurempia. Eniten päivittäin käytetty tuote oli juusto (54 % käyttää päivit-

täin) (Kuvio 14). Kun mukaan lasketaan vielä viikoittain käyttävien osuudet, juusto pysyi edelleen kärjessä (90 % vastaajista). Nestemäinen maito oli tuote, joka keräsi suurimman osuuden niistä tuotteista, jota ei käytetä lainkaan (17 % vastaajista) (Kuvio 14).

Havainnot heijastelevat osaltaan Suomen liha- ja maitotuotteiden kulutustilastoja (katso esim. Luonnonvarakeskus 2022e; Valsta 2017). Samalla ne nostavat esiin, kuinka sekasyöjien korkeahkosta määrästä huolimatta kulutuksen yleisyyttä mittaavat kysymykset tarjoavat ikkunan kuluttajien välillä vallitseviin eroihin: erityisesti lihatuotteiden osalta huomattava osa vastaajista ilmoitti syövänsä näitä tuotteita harvemmin kuin kerran viikossa, mutta myös maitotuotteissa on nähtävillä ilmeistä hajontaa. Tällainen hajonta ei ole yllätys verrattuna esimerkiksi vastaaviin Euroopan tasolla tehtyihin kyselyihin (esim. Smart Protein 2021), mutta vahvistaa osaltaan näkemystä siitä, kuinka merkittävä rooli näillä tuotteilla on kuluttajien jokapäiväisessä arjessa.

Kuvio 13. Lihatuotteiden kulutuksen yleisyys kuluttajakyselyssä



Kuvio 14. Maitotuotteiden kulutuksen yleisyys

5.2 Miten hyvin kasvipohjaiset ja solumaatalouden tuotteet tunnetaan?

Kyselyn seuraavassa vaiheessa selvitettiin, kuinka hyvin vastaajat tunnistavat eläinperäisille tuotteille vaihtoehtoisten ruokatuotteiden kategorioita. Seuraavassa esitetään vastaukset seuraavien tuoteryhmäkokonaisuuksien osalta: lihaa korvaavat proteiinipitoiset kasvit, lihaa korvaavat proteiinipitoiset kasvituotteet, kasvimaito, mykoproteiini, soluviljelty liha sekä soluviljelty maito.

Näistä vastaajat tunnistivat parhaiten lihaa korvaavat proteiinipitoiset kasvit ja kasvituotteet sekä kasvimaidot, joista oli kuullut yli 70 prosenttia vastaajista. Sen sijaan soluviljelty liha (35 %) sekä erityisesti mykoproteiini (13 %) ja soluviljelty maito (12 %) tunnistettiin selvästi harvemmin (Kuvio 15).

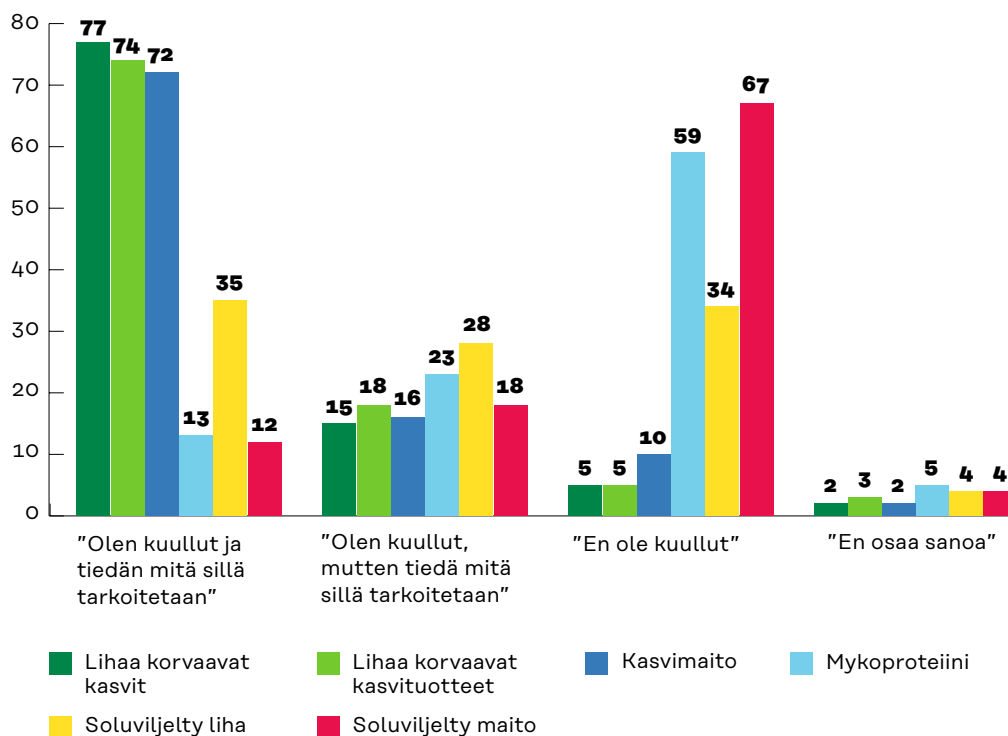
Kasvipohjaisten tuotteiden yleisestä korkeasta tunnettuudesta huolimatta noin neljännes vastaajista ei tunnistanut mitään näistä tuotteista. Toisaalta on kiinnostavaa, että näissä tuotekategorioissa 15–18 prosenttia vastaajista oli kuullut käsitteistä, vaikkei kokenut tietävänsä, mitä niillä tarkoitetaan. Tämä voi kertoa myös käsitteiden uutuu-

desta ruokakulttuurissa, missä ne ovat vasta mahdollisesti hiipimässä yleisempään tietoisuuteen.

Solumaatalouden ratkaisujen osalta nähdään samankaltainen ilmiö, jossa noin 20–30 prosenttia vastaajista ei osannut tarkemmin määrittää kyseisiä tuotteita. Kiinnostavaa kuitenkin on, että soluviljellyn maidon ja mykoproteiinin käsitteet olivat täysin vieraita yli puolelle vastaajista, mutta myös soluviljelty liha oli käsitteenä tuntematon noin kolmannekselle vastaajista (Kuvio 15).

Tämä havainto on mielenkiintoinen erityisesti, kun tiedetään, että niin soluviljeltyjen maitotuotteiden kuin mykoproteiinin osalta markkinoilla on jo tuoteratkaisuja, kun taas soluviljellyn lihan kaupallistamiseen liittyy eri arvioiden mukaan eniten haasteita. Taustalla voi vaikuttaa useita eri tekijöitä: soluviljeltyjä maitotuotteita ei toistaiseksi myydä kuin Yhdysvalloissa ja Singaporessa, ja mykoproteiinin kaupalliset ratkaisut olivat Suomessa pitkään kuluttajien saatavilla lähinnä yhden tuotemerkin kautta. Lisäksi näiden tuotteiden kaupalliset nimet eivät välttämättä nosta hyvin esiin niiden pääraaka-ainetta, mistä hyvänä esimerkkinä voi toimia juuri pitkään markkinoilla ollut

Kuvio 15. "Oletko kuullut seuraavista ruokaan liittyvistä käsitteistä?"
(prosenttiosuus vastaajista)



mykoproteiinivalmiste Quorn (vertaa myös Pohjolainen & Vinnari 2023). Toisaalta voidaan myös ajatella, että lihan erityinen kulttuurinen asema on tuonut erityistä mediahuomiota soluviljellyn lihan kehittämiseen, mikä saattaa myös herättää kuluttaja-kansalaisissa enemmän mielenkiintoa kuin muut solumaatalouden ratkaisut (katso myös luku 4).

Verrattaessa tuloksia esimerkiksi Iso-Britannian ruokaturvallisuusviraston samankaltaiseen tutkimukseen (Jarchlo & King 2021) voidaan huomata, kuinka Iso-Britanniassa kasviproteiinit tunnisti noin kaksi kolmas-

osaa vastaajista ja soluviljellyn lihan noin puolet. Siten voidaan huomata, että Suomessa kasvipohjaisten tuotteiden tunnettuus olisi tämän perusteella korkeampaa ja soluviljellyn lihan vastaavasti vähäisempää. Nämä erot aineistojen välillä eivät ole kuitenkaan erityisen suuria, joten myös tulkintojen suhteen on syytä olla varovainen. On kuitenkin mahdollista, että esimerkiksi soluviljelyyn lihaan kytkeytyvät paikalliset teknologiset start-up-yritykset ovat saaneet enemmän medianäkyvyyttä Iso-Britanniassa, minkä vuoksi tunnettuuskin olisi silloin suhteessa suurempaa.

Vastaajat tunnistivat parhaiten lihaa korvaavat proteiinipitoiset kasvit ja kasvit tuotteet sekä kasvimaidot, joista oli kuullut yli 70 prosenttia vastaajista.

5.3 Missä määrin vaihtoehtoisten tuotteiden käytöstä ollaan kiinnostuneita?

Kyselyssä tarkasteltiin myös edellä tutkittujen tuoteryhmäkokonaisuuksien käyttöhalukkuutta viiden eri tuoteryhmän osalta. Tuoteryhmät olivat lihaa korvaavat proteiini-pitoiset kasvit ja kasvituotteet, kasvimaito, mykoproteiini, soluviljelty liha ja soluviljelty maito. Kysymyksenmuotoiluna oli, kuinka mielellään vastaajat käyttävät tai voisivat käyttää näitä tuotteita. Eniten myötämielisyyttä ilmeni lihaa korvaavien proteiinipitoisten kasvien ja kasvituotteiden (53 %) sekä kasvimaitojen (51 %) käytölle. Mykoproteiinia (25 %), soluviljeltyä lihaa (19 %) ja soluviljeltyä maitoa (14 %) kohtaan kiinnostus oli selvästi vähäisempää. On myös huomattava, että 21–27 prosenttia vastaajista ei osannut ottaa kantaa kolmeen viimeksi mainittuun kategoriaan (Kuvio 16).

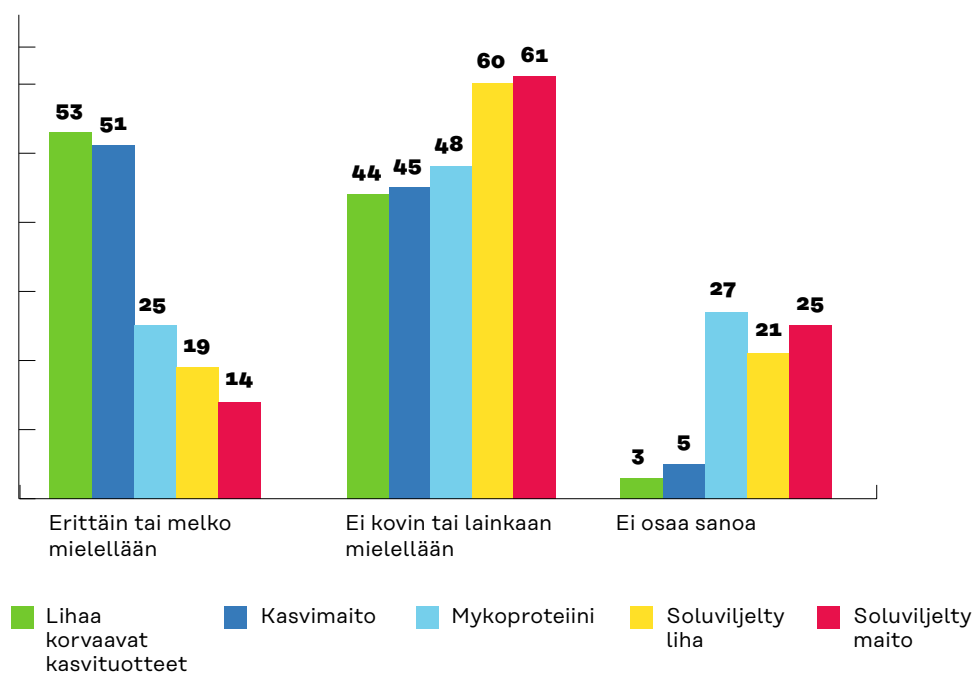
Tulokset heijastelevat kokonais kuvaa, jonka tuotteiden tunnettuus tarjosi, vaikka onkin huomattava, että käyttöhalukkuus ei

tässä suhteessa ollut aivan yhtä korkealla tasolla.

Kokeiluhaluuden suhteen edellä esiin tuodussa brittitutkimuksessa (Jarchlo & King 2021) noin 60 prosenttia oli kiinnostunut kasviproteiineista ja kolmannes soluviljelystä lihasta. Edellinen lukuarvo on lähellä tässä tutkimuksessa saatuja tuloksia suomalaisista, vaikka jääkin hieman sen alle. Sen sijaan ero soluviljeltyyn lihaan on suhteessa suurempi, mikä heijastaa myös eroja tuotteiden tunnettuudessa (katso Kuvio 15). Lisäksi on huomioitava, että kyseinen brittitutkimus keskittyi vastaajiin, jotka eivät olleet koskaan kokeilleet kyseisiä tuotteita.

Käyttöhalukkuutta tarkasteltaessa hyödynnettiin myös kyselyn erilaisia taustamuuttujia, joista selvitettiin ruokavalion, sukupuolen, iän, asuinpaikan ja koulutustason yhteyttä ilmiöön. Taustamuuttujatarkasteluissa käytettiin eri ryhmien erojen selvittämiseksi tilastollista testausta (χ^2 -tilastotesti: *** = erittäin merkitsevä yhteys, $p < 0.001$; ** = merkitsevä yhteys, $p < 0.01$; * = melko merkitsevä yhteys, $p < 0.05$).

Kuvio 16. Kuinka mielellään vastaaja käyttää tai voisi käyttää seuraavia tuotteita? (prosenttiosuus vastaajista)

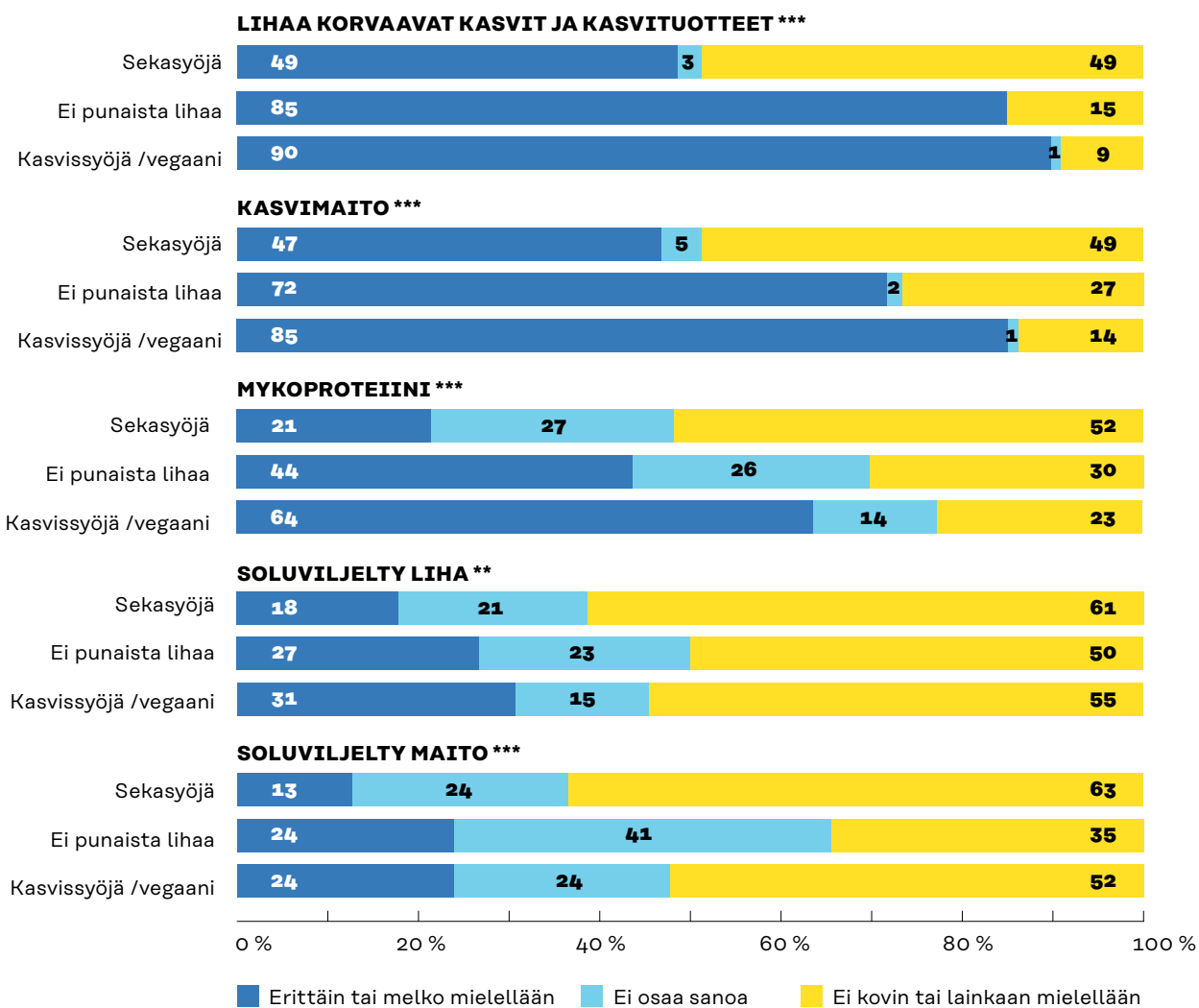


Ruokavalion suhteen vastaajat jaoteltiin taustamuuttujatarkasteluja varten kolmeen ryhmään: i) sekasyöjät, ii) punaista lihaa välttelevät sekä iii) kasvissyöjät ja vegaanit. Näistä viimeisin ryhmä suhtautui odotetusti olennaisesti myönteisemmin useampaan tarkasteltuun tuoteryhmään, mutta soluviljelyssä tuotteissa eroa punaista lihaa vältteleviin ei kuitenkaan syntynyt (Kuvio 17).

Muiden tarkasteltujen taustamuuttujien osalta tulokset on esitetty toisaalla (katso Pohjolainen & Vinnari 2023). Tiivistetysti voidaan todeta, että nuoremmat ja kaupunkimaisemmassa ympäristössä elävät vastaa-

jat olivat kiinnostuneempia kaikkien tutkittujen tuoteryhmien käytöstä. Lisäksi korkeampi koulutus oli yhteydessä kasvipohjaisten tuotteiden käyttöhalukkuuteen, mutta solumaatalouden tuotteiden käyttöhalukkuuden yhteyttä koulutustasoon ei havaittu. Sukupuolia verrattaessa miehet olivat kiinnostuneempia soluviljeltyjen tuotteiden käytöstä ja naiset kasvimaitojen käytöstä. Mykoproteiiniin ja lihaa korvaavien kasvien ja kasvituotteiden suhteen sukupuolet eivät eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi (katso Pohjolainen & Vinnari 2023).

Kuvio 17. Eri tuoteryhmien käyttöhalukkuus ruokavalion mukaan (prosenttia)



(*** = erittäin merkitsevä yhteys, $p < 0.001$; ** = merkitsevä yhteys, $p < 0.01$; * = melko merkitsevä yhteys, $p < 0.05$).

Taustamuuttujatarkastelut vahvistavat osaltaan aiempien aihepiiristä tehtyjen tutkimusten yleiskuvaa, jossa tyypillisesti nuorempi ikä, kaupunkilaisuus ja korkeampi koulutus yhdistetään suurempaan kasviproteiinien hyväksyttävyyteen (esim. Onwezen ym. 2021). Tulevaisuudessa onkin mielenkiintoista nähdä, tuleeko ilmiö vaikuttamaan tässä tarkastelluissa tuoteryhmissä myös muihin kuluttajaryhmittymiin jonkinlaisella viiveellä, vai onko kyse erilaisten, pysyvämpien kuluttajaryhmittymien muodostumisesta.

5.4 Mitkä tekijät rajaavat tai motivoivat käyttöhalukkuutta?

Jatkokysymyksenä kysyttiin esitettyjen tuoteryhmien kulutukseen liittyviä estetekijöitä niiltä vastaajilta, jotka eivät kokeneet niiden käyttöä miellyttäväksi. Vastaajat

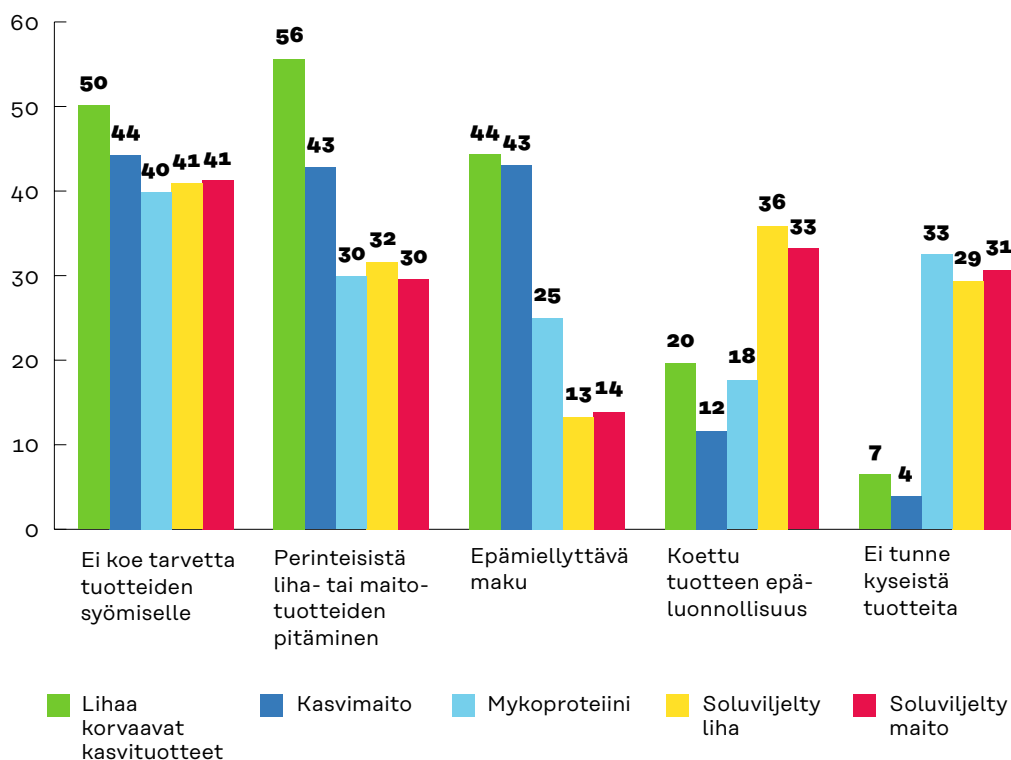
saivat valita niin monta estetekijää kuin halusivat listalta, joka kattoi aiemman tutkimuksen pohjalta yleisimpiä tunnistettuja tekijöitä kasvipohjaisten tuotteiden käytölle kuluttajanäkökulmasta. Kuviossa 18 on esitetty viisi yleisimmin kannatusta saanutta estetekijää.

Vastausten perusteella kaikkein yleisimmät estävät syyt proteiinipitoisten kasvien ja kasvituotteiden syömiselle liittyivät haluun syödä perinteisiä lihatuotteita (56 %), eikä käytölle yksinkertaisesti koettu mitään syytä (50 %). Myös tuotteiden epämiellyttävä maku (44 %) nousi esiin, minkä lisäksi lähes kolmannes koki tuotteet kalliiksi (31 %) ja noin viidenneksen mukaan ne ovat epäluonnollisia (20 %).

Myös mykoproteiinin osalta tarpeen puute tuotteiden käytölle (40 %) ja halu perinteisten lihatuotteiden syömiselle (30 %) nousivat esiin keskeisinä estävinä tekijöinä,

Kuvio 18. Mitkä tekijät vaikuttavat siihen, ettei seuraavia tuotteita käyttäisi mielellään niiden vastaajien osalta, jotka eivät ole näistä tuotteista lähtökohtaisesti kiinnostuneita?

(viisi yleisintä tekijää, prosenttiosuudet vastaajista)



mutta yleiseksi syyksi muodostui myös tuotekategorian tuntemattomuus (33 %). Lisäksi neljännes vastaajista (25 %) arvioi mykoproteiinituotteiden maun epämiellyttäväksi, 17 prosenttia vastaajista kokevat ne epäluonnollisiksi ja 15 prosenttia kalliiksi.

Kasvimaidoissa kokonaiskuva on samankaltainen kuin edellä kuvatuissa tuoteryhmissä: 44 prosenttia vastaajista ei kokenut tarvetta kasvimaitojen käytölle, ja 43 prosenttia piti perinteisten maitotuotteiden käyttämisestä. Keskeiseksi tekijäksi nousi myös kasvimaitojen huonoksi koettu maku 43 prosentin osuudella. Lisäksi noin viidennes (22 %) piti kasvimaitoja kalliina.

Soluviljellyn lihan osalta esiin nousevat jokseenkin samat tekijät kuin edellä (”en koe tarvetta sen syömiselle” 41 % ja ”pidän perinteisten lihatuotteiden syömisestä” 32 %). Lisäksi keskeisenä tekijänä nousi esiin soluviljellyn lihan koettu epäluonnollisuus (36 %) sekä näiden tuotteiden tuntematto-

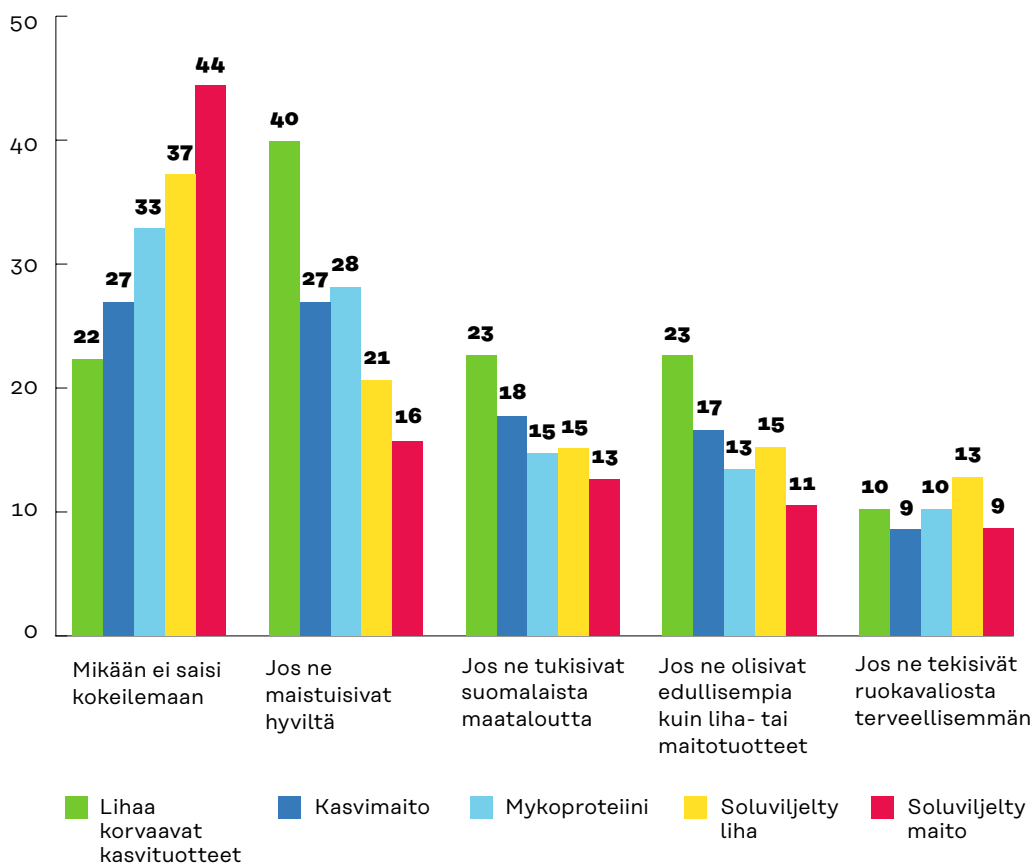
muus (29 %) ja kalliiksi koettu hinta (16 %). Soluviljelty maito ei eronnut tässä suhteessa olennaisesti soluviljellystä lihasta, sillä saman suuruinen osuus vastaajista ei kokenut tarvetta sen käyttämiselle (41 %) tai nosti esiin halun käyttää perinteisiä maitotuotteita (30 %). Myös koettu epäluonnollisuus (33 %) sekä tuntemattomuus (31 %) mukailivat soluviljellyn lihan osalta saatuja vastauksia.

Kiinnostavana havaintona voinee pitää myös sitä, että vastaajat eivät juurikaan kokeneet ongelmia eläinperäisiä tuotteille vaihtoehtoisten ratkaisujen osalta terveellisyyden, saatavuuden, valmistettavuuden tai turvallisuuden suhteen, sillä vain keskimäärin alle 10 prosenttia vastaajista mainitsi nämä estäviksi tekijöiksi.

Kokeiluihin varauksella suhtautuvilta vastaajilta kysyttiin lisäksi, mitkä tekijät voisivat mahdollisesti saada heidät kokeilemaan mainittuja tuotekategorioita. Viisi yleisintä tällaista tekijää on esitetty Kuviossa 19.

Kuvio 19. Mitkä tekijät voisivat saada käyttämään seuraavia tuotteiden niiden vastaajien osalta, jotka eivät ole näistä tuotteista lähtökohtaisesti kiinnostuneita?

(viisi yleisintä tekijää, yksikkönä prosenttiosuudet vastaajista)



Lihaa korvaavissa proteiinipitoisissa kasveissa ja kasvituohteissa selvästi eniten houkutteli potentiaalinen tuotteiden hyvä maku (40 %). Seuraavaksi houkuttelevimpiä tekijöitä olivat suomalaisen maatalouden tukeminen (23 %) ja lihatuotteita edullisempi hinta (23 %). Toisaalta 22 prosenttia vastaajista sanoo, ettei mikään saisi heitä kokeilemaan kyseisiä tuotteita.

Mykoproteiinissa keskeiseksi motivaatiotekijäksi mahdolliselle käytölle nousi tuotteiden potentiaalinen hyvä maku (28 %), mutta toisaalta kokeiluhaluttomia vastaajia oli paljon (33 %). Sama asetelma toistui kasvimaitojen kohdalla: hyvä maku voisi olla keskeinen tekijä kokeilulle (27 %). Lisäksi suomalaisen maatalouden tukeminen (18 %) ja edullisempi hinta (17 %) keräsivät myös jonkin verran kannatusta motivaatiotekijöinä kasvimaitojen valinnalle. Samalla kuitenkin 27 prosenttia näistä vastaajista koki, ettei mikään saisi heitä kokeilemaan kasvimaitoja.

Hyvä maku oli suosituin potentiaalinen motivaatiotekijä soluviljellyn lihan mahdolliselle käytölle (21 %). Muut vaihtoehdot jäivät 15 prosentin tai tätä pienempiin osuuksiin, ja näissä korostui erityisesti suomalainen maatalouden tukeminen, hinta, terveellisyys ja tuoteturvallisuus. Tämänkin tuoteryhmän osalta haluttomuus kokeilulle oli kuitenkin selvästi yleisin yksittäinen vastaus (37 %).

Soluviljellyssä maidossa tulokset olivat samankaltaisia, sillä hyvä maku nousi suosituimmaksi potentiaaliseksi motivaatiotekijäksi (16 %). Yli kymmeneen prosenttiin ylsivät lisäksi vaihtoehdot suomalaisen maatalouden tukemisesta, tuoteturvallisuudesta ja edullisemmasta hinnasta, minkä lisäksi 11 prosenttia vastaajista ei osannut muodostaa kantaansa kysymykseen. Samalla 44 prosenttia vastaajista osoitti haluttomuutta tuotteen käytölle.

On kiinnostavaa huomata, kuinka tuotteiden turvallisuuteen, saatavuuteen, lähipiirin toimintaan tai yleiseen yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen, ympäristöön tai eläinten hyvinvointiin liittyvät tekijät eivät

juurikaan motivoisi varauksellisesti kokeiluihin suhtautuvia kokeilemaan tarkasteluja tuotteita. Ainostaan solutuotannon tuotteissa kysymykset turvallisuudesta nousivat hie- man yli 10 prosentin osuuksiin vastauksista, mutta näitäkin voi pitää vielä maltillisina osuuksina. Toisaalta voidaan huomata, että vastaukset jakaantuivat muutamien suosituimpien avaintekijöiden lisäksi melko tasaisesti muiden tekijöiden kesken.

Kyselyssä keskityttiin myös niihin vastaajiin, jotka kokivat edellä mainittujen tuotekategorioiden käytön ja kokeilut mielekkäiksi. Heiltä kysyttiin tähän liittyviä motivoivia tekijöitä. Vastaajat saivat valita motivaatiotekijälistalta niin monta vaihtoehtoa kuin halusivat. Lista pohjautui aiemman tutkimuksen pohjalta tunnistettuihin keskeisiin eläinperäisille tuotteille vaihtoehtoisten tuotteiden käyttöä motivoiviin tekijöihin. Viisi yleisintä tällaista motivoivaa tekijää on esitetty Kuviossa 20.

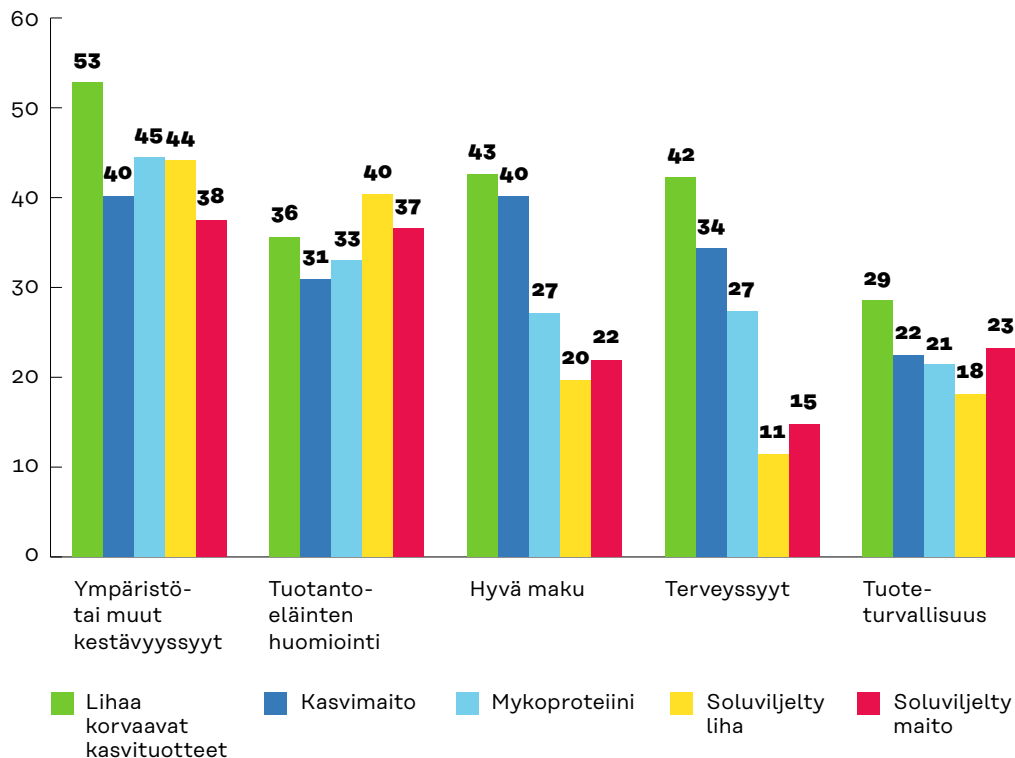
Lihaa korvaavien kasvien ja kasvipohjaisen tuotteiden osalta vastaajia kiinnostivat erityisesti ympäristö- ja kestävyys (53 %), terveys (42 %), maku (43 %), tuotantoeläinten hyvinvointi (36 %), valinnanvaran mahdollisuus (32 %), tuoteturvallisuus (29 %) ja vaihtelunhalu (27 %).

Ympäristö- ja kestävyystekijät (45 %) nousivat esiin myös mykoproteiinista kysyttäessä, minkä lisäksi tuotantoeläinten hyvinvointi (33 %), terveys (27 %), maku (27 %) ja valinnanvara (23 %) olivat keskeisimpiä tekijöitä. Sama kokonaiskuva nousi esiin myös kasvimaitojen kohdalla, kun erityisesti ympäristö- ja kestävyys (40 %), maku (40 %), terveys (34 %), tuotantoeläinten hyvinvointi (31 %) ja valinnanvara (25 %) puhuttelivat vastaajia.

Soluviljellyn lihan ja maidon kohdalla ympäristö- ja kestävyys (soluviljelty liha 44 %, soluviljelty maito 38 %) sekä tuotantoeläinten hyvinvointi (soluviljelty liha 40 % ja soluviljelty maito 37 %) olivat selkeästi suosituimpia yksittäisiä syitä. Muut tekijät keräsivät näitä olennaisesti vähemmän kannatusta.

Kuvio 20. Mitkä tekijät motivoivat tai voisivat motivoida seuraavien tuotteiden käyttöön niitä vastaajia, jotka ovat näistä tuotteista lähtökohtaisesti kiinnostuneita?

(viisi yleisintä tekijää, yksikkönä prosenttiosuudet vastaajista)



Yleisesti motivaatiotekijöistä selvästi vähiten huomiota saivat lähipiirin toimintaan sekä yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen liittyvät tekijät.

Tuloksia tulkittaessa voidaan yleisesti sanoa, että perinteisesti kirjallisuudessa esiin nousevat tekijät esimerkiksi maun, hinnan, terveellisuuden ja turvallisuuden merkityksestä kasvipohjaisten ja solumaatalouden tuotteiden kulutuksen suhteen ovat keskeisessä asemassa myös tässä tutkimuksessa (esim. Onwezen ym. 2021; Piazza ym. 2015). Käytännön ruokailutilanteen ja sosiaalisen ympäristön vaikutus vaikutti korostuvan tässä tutkimuksessa verrattain vähän suhteessa joihinkin aiempiin tutkimuksiin (esim. Smart

Protein 2021). Onkin mahdollista, että kysely on ohjannut vastaajia yleisemmän tason pohdintoihin siitä, mitkä ovat ruokavalintojen taustalla vaikuttavia keskeisiä tekijöitä.

Lisäksi oli kiinnostavaa havaita, kuinka selvästi motivaatioprofiilit tuotteiden käytölle erosivat sen suhteen, kuinka kiinnostuneita tuotteiden käytöstä lähtökohtaisesti oltiin: vähemmän käytöstä kiinnostuneet nostivatkin esiin erityisesti esimerkiksi makuun ja hintaan liittyviä kysymyksiä siinä missä käytöstä jo kiinnostuneet mainitsivat useimmin ympäristö- ja kestävyysyyt sekä tuotantoeläinten aseman huomioinnin motivaatiotekijöinä (katso myös Pohjolainen & Vinnari 2023).

Erilaisten kasvipohjaisten ja solumaatalouden tuotteiden kuluttamiselle ei monen vastaajan mielestä koettu myöskään mitään erityistä syytä. Tämä herättää kysymyksen, kuinka tietoisia kuluttajat ovat eläinperäiseen tuotantoon liittyvistä kestävyyskysymyksistä. Vai onko kenties niin, ettei näitä teemoja vain ajatella erityisen aktiivisesti, koska ne voisivat herättää ristiriitaa nykyisten kulutustottumusten kanssa? Jo aiemmassa tutkimuksessa on havaittu, että käytännön kulutustilanne voi helposti nostaa pintaan erilaisia ajatuksia ja tunteita eläinperäisistä tuotteista kuin yleisemmän tason pohdinnat aihepiiristä. Toisin

sanoen ilmiössä saattaisi olla jännitteisyyttä kuluttajan ja kansalaisen roolin välillä yhteiskunnallisessa eläinsuhteessa (vertaa esim. Korzen & Lassen 2010).

Toisaalta mainitut kriittiset kysymyksetkään eivät nousseet vahvasti esiin kuluttajakyselyn kontekstissa estetekijöinä. Samalla on kuitenkin huomioitava, että kyse oli nimenomaisesti niistä vastaajista, jotka eivät olleet lähtökohtaisesti kiinnostuneita kasvipohjaisten tai solumaatalouden tuotteiden käytöstä. Taustalla voi siis olla tiettyä jakautuneisuutta sen suhteen, minkälaisia näkemyksiä eläinperäiset tuotteet ja näille vaihtoehdot ratkaisut yhteiskunnassa herättävät.

6 Kolme ruokajärjestelmän murrospolkua kohti vuotta 2050

6.1 Murrospolkujen taustaa

Tulevaisuuden vaihtoehtoisten kehityskulkujen hahmottelu on klassinen tulevaisuudentutkimuksen tapa avata erilaisten mahdollisten tulevaisuuksien maailmoja. Tämä auttaa hahmottamaan, kuinka erilaiset toimet ja tai niiden puute voivat johtaa erilaisiin lopputulemiin (esim. Lätti ym. 2022). Seuraavassa hahmotellaan kolme erilaista, murrospoluiksi nimettyä kehityskulkua, jotka johtavat erilaisiin tulevaisuuden tiloihin vuonna 2050. Murrospolut tarjoavat erilaisia ratkaisuja sekä toimintamalleja siihen, kuinka siirtymä nykyistä kasvipohjaisempaan ja solumaatalouspainotteisempaan ruokajärjestelmään voisi tapahtua.

Murrospolkujen ei ole tarkoitus kuvata toivottavia tai todennäköisiä tulevaisuuksia, vaan ne ovat ikkunoita erilaisiin mahdollisiin kehityskulkuihin. Näin ollen ne sisältävät kaikki erilaisia potentiaalisesti positiivisiksi ja negatiivisiksi arvioitavia elementtejä. Samalla murrospolkujen tulevaisuuden tilat vuonna 2050 vastaavat tavalla tai toisella aiemmin tässä selvityksessä esitettyyn ympäristömuutoksen megatrendihaasteeseen. Tarkoituksena tässä tarkastelussa onkin kiinnittää huomio siihen, miten Suomen ruokajärjestelmä kykenisi läpikäymään murroksen, jossa eläinperäisten tuotteiden tuotanto- ja kulutusmäärät vähenisivät olennaisesti nykyisestä.

Murrospolkujen kulutustasot vuodelle 2050 valittiin tässä tutkimuksessa kerättyjen asiantuntijoiden ja kuluttaja-kansalaisten arvioiden pohjalta. Näiden rinnalle nostettiin vielä kolmas murrospolku, joka avaa murroshorisonttia erilaiseen suuntaan.

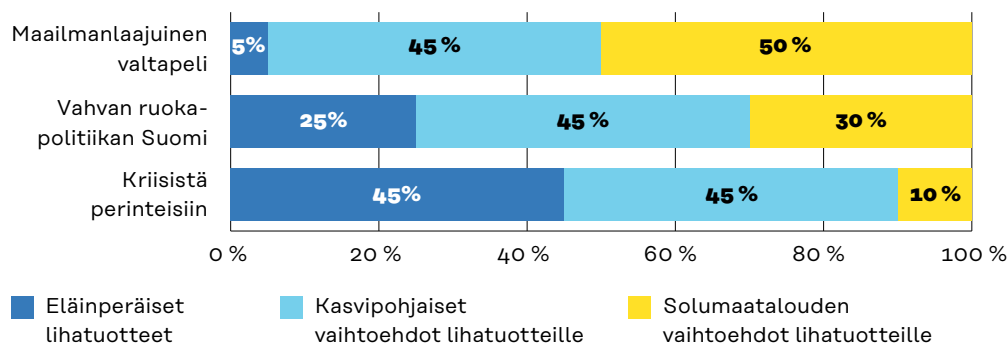
Seuraavissa kuvioissa esitetään, miten nykyinen liha- ja maitotuotteiden sisältämä proteiinin kulutus jakautuisi eri tuoteryhmien osalta murrospoluissa vuonna 2050 (Kuvio 21 ja Kuvio 22). Toisin sanoen kyse on siitä, miten yhtäältä nykyinen lihatuotteiden ja toisaalta maitotuotteiden proteiinin kulutusmäärä voisi jakautua eri tuoteryhmien kesken vuonna 2050. Tarkastelun yksinkertaistamiseksi on siten oletettu, ettei liha- tai maitotuotteiden kulutuksen kokonaisproteiinimäärä tulisi muuttumaan vuoteen 2050 mennessä. Lihatuotteista tarkastelussa olivat mukana sian-, naudan- ja siipikarjanliha, mutta ei muita lihalaatuja tai kalaa. Tarkastelussa mukana olleet lihalaadut kattavat selvästi suurimman osan suomalaisten nykyisestä kotieläintuotannon lihankulutuksesta.

Näillä lähtökohdilla tarkastelussa on kyse takaisin tulevaisuudesta –menetelmästä (backcasting). Siinä valitun tulevaisuuden ajankohdan, eli tässä tapauksessa vuoden 2050, tietyt oletusarvot on lyöty lukkoon. Nämä oletusarvot olivat tarkastelussa edellä kuvatut kulutusmäärät (katso myös Kuvio 21 ja Kuvio 22).

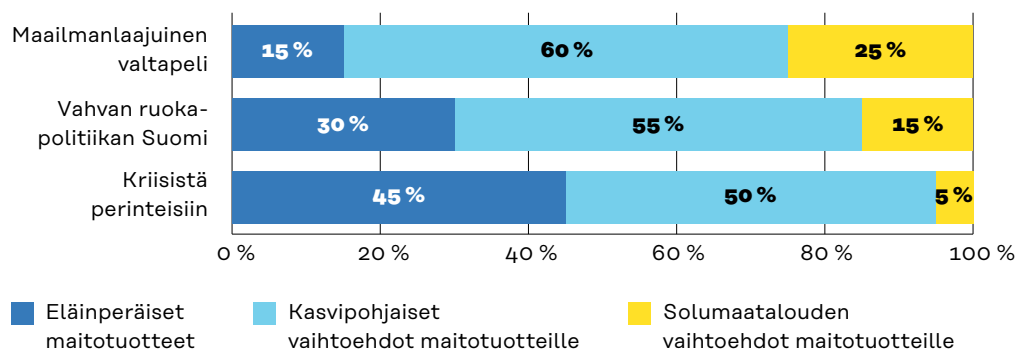
Seuraavassa palataan luvuissa 1–3 esitettyihin ruokajärjestelmän kestävyysmurroksen ymmärrystä koskeviin teemoihin taustoittamalla niitä hieman lisää erityisesti murrospolkujen toiminnan näkökulmasta.

Murrospolut koostettiin tunnistamalla erilaisia menneisyyden ja tulevaisuuden ajureita ja haasteita erilaisten toimijoiden näkökulmista (vertaa myös Kuvio 7 luvussa 1). Tässä työssä hyödynnettiin hankkeessa toteutettujen asiantuntijahaastatteluiden tuloksia erilaisista murrokseen vaikuttavista

Kuvio 21. Kulutuksen painopisteet vuonna 2050 eri murrospoluissa lihasektorilla (Eri tuoteryhmien prosenttiosuudet proteiinin-kulutuksesta verrattuna nykyiseen lihankulutuksen proteiinimäärään)



Kuvio 22. Kulutuksen painopisteet vuonna 2050 eri murrospoluissa maitosektorilla (Eri tuoteryhmien prosenttiosuudet proteiinin-kulutuksesta verrattuna nykyiseen maidonkulutuksen proteiinimäärään)



toimijoista ja muutostekijöistä. Muutostekijöitä arvioitiin eri teemojen näkökulmista, joita olivat poliittinen, taloudellinen, sosio-kulttuurinen, teknologinen, ympäristöllinen ja arvoulottuvuus (tiivistetysti englanniksi PESTEV, katso myös esim. Lätti ym. 2022).

Analyysiä hyödyntäen tunnistettiin erilaisia elementtejä niin vuoden 2050 ruokajärjestelmien tilojen kuin näihin vievien kehityskulkujen osalta (katso Taulukko 2 ja Taulukko 3).

Murrospoluissa huomioitiin kehityskulkujen erilaiset ajalliset rakenteet. Toisin sanoen murroksen tahti voi saada monenlaisia muotoja, joissa voi esiintyä esimerkiksi aaltoliikettä tai erilaisia murtautumispisteitä

(katso myös Kuvio 8). Onkin hyvä korostaa, että yhteiskunnallisten murrospolujen ennakoiminen on aina haastavaa. Helpointa on usein hahmottaa lineaarista kehityskulkua, jossa tapahtuu tasaista kasvua tai laskua ajan kuluessa. Myös menneiden trendikehitysten jatkuminen tulevaisuudessa on tässä suhteessa yksi tapa mallintaa tulevaisuuden kehitystä. Tällöin odotusarvona on, että kehityksessä ei tapahdu olennaisia katkoksia jatkossakaan (esim. Pöllänen ym. 2022).

Murrokset voivat tapahtua myös muilla tavoin. S-käyrän mukaisessa kehityskulussa olennaisena voidaan nähdä erilaisten positiivisten ja negatiivisten takaisinkytkentäkierrosten tunnistaminen (katso myös luku 3.1 ja esim. Tubb & Seba 2019). Ajatuksena

tällaisessa S-käyrässä on, että esimerkiksi ruokajärjestelmän kysyntä ja tarjonta ovat vuorovaikutuksessa keskenään: valikoiman kasvaminen voi esimerkiksi kasvattaa tuottajille maksettavia tukia. Nämä mittakaavaedut voisivat edelleen rakentaa isompia tuottomarginaaleja tuottajille ja teollisuudelle. Kasvava yhteiskunnallinen hyväksyntä voisi puolestaan taata myös suuremman kulutuksen kasvun. Ajatuksena tässä positiivisuuden kiertteessä on, että onnistumiset ruokivat onnistumisia. Osaltaan tämä myös voisi mahdollistaa jopa eksponentiaalisen kasvun uusien tuotteiden osalta. Esimerkiksi maitotuotteiden osalta onkin esitetty, että siirtyminen solumaatalouden tuotteisiin voisi tapahtua hyvinkin nopeasti, jos teknologian kehitys alalla noudattaisi S-käyrää (Tubb & Seba 2019).

Kuten edellä on jo tullut ilmi, olisi yksioikoista yrittää soveltaa vain S-käyrän tyylistä mallinnusta sellaisenaan yhteiskunnalliseen murrokseen ja väittää, että kehitys tulisi noudattamaan kyseistä mallia. Ruokakäytänteet ovat monella tapaa yhteiskunnan ja sosiaalisten normistojen ohjailemia, joten hyvin suoraviivainen murros on melko epätodennäköinen. Onkin odotettavissa, että murroksen edetessä tapahtuu monenlaisia, odottamattomiakin epäjatkuvuuksia. Vaikka S-käyrä voi antaa yhden lähtökohdan murroksen tarkasteluun, on hyvä pohtia myös muun tyyppisten kehityskulkujen mahdollisuutta. Siksi seuraaviin murrospolkukuvioihin sisällytettiin myös erilaisten katkosten, aaltoilun ja tasaisemman kehityskulun mahdollisuuksia.

Taulukko 4. Murrospolkujen lopputulemat: Suomen ruokajärjestelmä vuonna 2050 eri murrospoluissa

		Kriisistä perinteisiin	Vahvan ruokapolitiikan Suomi	Maailmanlaajuinen valtapeli
TUOTANNON TILA				
	Eläinperäinen	Paljon nautakarjatuotteita ja jonkin verran sianlihaa	Paljon broileria, kohtalaisesti nautakarjatuotteita	Minimaalisesti nautakarjatuotteita, minimaalisesti sianlihaa
	Kasvipohjainen	Painotus perinteisissä kasveissa	Monipuolinen tuotanto	Korkea prosessointiaste
	Solumaatalous	Pienimuotoista	Kohtalaista	Laajamittaista
YHTEISKUNTA				
P	Ruokajärjestelmän politiikkaohjaus	Painottuu alkutuotantoon	Monialainen ohjaus ja osallistuminen	Vähän ohjausta, markkinavetoisuus
E	Kotimainen markkinaympäristö	Paikallistaloudet	Monitahoinen	Globaalitoimijoiden hallussa
	Globaali markkinaympäristö	Ei kansainvälisiä vientituotteita	Vahva kotimainen vientisektori	Ulkomaisten merkkin sopimusvalmistusta
S	Kulutuskulttuuri	Perinnetietoisuus, vähän prosessoidut paikalliset tuotteet	Eri kuluttajaryhmät, monipuolinen tuoteympäristö	Kokeilunhaluisuus, korkean teknologian tuotteet
	Kansanterveys	Kehittyvä	Laadukas	Vaihteleva
T	Tiede ja teknologia	Perinnetekniikat	Monipuolinen uudistaminen	Keskittyy Suomen ulkopuolelle
	Omavaraisuus	Korkea	Kohtalainen	Heikko
E	Maatalousympäristön tila	Monimuotoinen paikallinen luonto	Paikallisbiotooppeja ja tehotuotantoa	Maaseudun autioituminen uhkaa perinneympäristöjä
	Tartuntataudit	Globaalipandemia	Säädely ympäristö	Ei uhkatekijöitä
V	Keskeinen yhteiskunnallinen arvo	Kotimaisuus	Kansanterveys	Ympäristökestävyys
	Haasteita	Heikko kansainvälisyys	Populismi	Autioituva maaseutu

Seuraavissa alaluvuissa on kuvattu kolme murrospolkua, jotka johtavat erilaisiin tulevaisuuden tiloihin vuonna 2050. Murrospolkujen kehitys on kuvattu vuosikymmenittäin. Lisäksi kuvausten yhteydessä oleville

aikajanoille on poimittu murrospolkujen keskeisiä tapahtumia. Murrospolkujen tulevaisuustilat vuonna 2050 ja niihin johtavat kehityskulut on lisäksi tiivistetty oheisiin taulukoihin (Taulukko 4 ja Taulukko 5).

Taulukko 5. Miten murrospolkujen tulevaisuuksiin päästään?

	Kriisistä perinteisiin	Vahvan ruokapolitiikan Suomi	Maailmanlaajuinen valtapeli
Muutoksen eteneminen	Aaltoliike	Lineaarinen	S-käyrä
2020-LUKU			
Avaintapahtumat	Kotimainen nautakarjatuotanto kehittyi & kasvipohjaisten tuotteiden tuonti kasvaa	Vahvan ruokapolitiikkakehyksen rakentuminen	Tutkimusta ja tuotekehitystä, pahenevia kestävyysongelmia, ei olennaisia muutoksia markkinoilla
Keskeiset toimijat	Kuluttajat, maatalouspolitiikan toimijat	Politiikkatoimija-klusteri, tiede ja tutkimus	Tiede ja tutkimus, sijoittajat, kotimaiset alkutuottajat
Keskeiset muutosta edistävät ajurit	Kasvipohjaisten tuotteiden tuontimarkkinat	Terveys- ja ympäristönäkökulmat, ylhäältä-alas -politiikka	Tiede ja tutkimus ruokasektorilla
Keskeiset järjestelmän haasteet	Panokset menevät nautakarjatuotteisiin vientituotteena	Heikko kansalaisyhteiskunnan osallisuus	Heikot mahdollisuudet poliittiseen ohjaukseen
2030-LUKU			
Avaintapahtumat	Globaali pandemia iskee erityisesti siipikarjatuotantoon	Kansalaisyhteiskunnan vastustus kasvaa vastavoimana ylhäältä-alas -politiikalle	Uusien tuotteiden tuotanto ja kulutus lähtee kiihtyvään vaiheeseen
Keskeiset toimijat	Terveysviranomaiset, politiikkatoimijat, lihan- ja maidontuottajat	Politiikkatoimijaklusteri, tiede ja tutkimus, kuluttaja-kansalaiset	Solumaatalouden suuryritykset, kansanterveyden asiantuntijat
Keskeiset muutosta edistävät ajurit	Ruokaturva, omavaraisuus	Terveys- ja ympäristönäkökulmat, osallisuus	Markkinavoimat, kestävyysratkaisut
Keskeiset järjestelmän haasteet	Vientimarkkinat jäävät paitsioon	Uuden yhteistyömallin löytäminen ruokapolitiikkaan	Ei kansallista sääntelykykyä
2040-LUKU			
Avaintapahtumat	Kotimaisen kasvi tuotantoklusterin kehittyminen	Uudenlaisten toimintamallien vakiinnuttaminen, vahvan vientisektorin rakentuminen	Tuotanto- ja kulutusmuutosten vähittäinen tasaantuminen
Keskeiset toimijat	Tuottajat, maatalouspolitiikan toimijat, kuluttajat	Tiede ja tutkimus, tuottajat, kansalaisyhteiskunta, politiikkaforumit, eri suuntiin vetävät etujärjestöt	Globaalit tuotantoyritykset, kuluttajat, kestävyysmurroksessa syrjään jäävät maaseudun asukkaat
Keskeiset muutosta edistävät ajurit	Paikallinen ruokakulttuuri, luonnon monimuotoisuus	Terveys- ja ympäristönäkökulmat, monipuolinen demokratia ympäristö	Tekoälyn kehitys, terveysnäkökulma vahvistuu
Keskeiset järjestelmän haasteet	Prosessointiteknologian puute	Päätöksenteon haaste moniäänisyydessä, populismin nousu	Paikallisen tuotanto-osaamisen heikkeneminen, autoituvaa maaseutua

6.2 Murrospolku: Kriisistä perinteisiin

Kriisistä perinteisiin –murrospolussa Suomen ruokajärjestelmä on vuonna 2050 vahvasti omavarainen ja kasvipohjaiseen tuotantoon pohjautuva. Kotimaisen, paikallisen ruoan arvostus on korkealla ja moniin perinteisiin ruokakasveihin pohjautuva ruokakulttuuri voimissaan. Tuotantotavat ovat paikallisille perinnebiotoopeille suotuisat. Tuotteiden prosessointiaste on matala. Tuotanto on keskittynyt Suomen ilmastoloihin hyvin sopeutuneisiin kasveihin ja nautakarjarotuihin, joiden tuotantoa myös tuetaan poliittisesti tarpeen mukaan. Samalla paikallistalouksien kehittyminen ja ruoan arvostuksen nousu ovat tehneet Suomen maataloudesta myös nykyistä markkinaehtoisemman. Lihakarjan osuus on lihantuotannossa huomattava. Vahva painotus paikallisiin ratkaisuihin on myös kytköksissä siihen, että ruoan vientisektoria ei ole kehitetty ja globaalien ruokakriisien vuoksi tuontiruoka on kallista ja sitä on niukasti saatavilla. Lisäksi tuotteiden hienovireisempään jalostukseen ei löydy vahvaa osaamista, jolloin kuluttajat joutuvat myös sopeutumaan tarjontaan. Solumaataloudessa tehdään kokeiluja, mutta sen rooli on kaiken kaikkiaan verrattain pieni.

Tuotannon painopisteet ovat seuraavat: eläinperäiset lihatuotteet 45 prosenttia, kasvipohjaiset tuotteet 45 prosenttia ja solumaatalouden tuotteet 10 prosenttia. Maitotuotteista 45 prosenttia on eläinperäisiä, 50 prosenttia kasvipohjaisia ja 5 prosenttia solumaatalouden tuotteita. Eläinperäisen lihan tuotanto on keskittynyt enenevässä määrin lihakarjaan ja alkuperäisrotujen käyttöä pyritään lisäämään. Siipikarjan käyttö on käytännössä minimaalista. Eläinperäisissä maitotuotteissa nähdään monipuolista käyttöä, vaikka erityisesti nestemäisen maidon kulutus onkin nykyistä vähäisempää.

Murroksen eteneminen aikavälillä 2025–2050

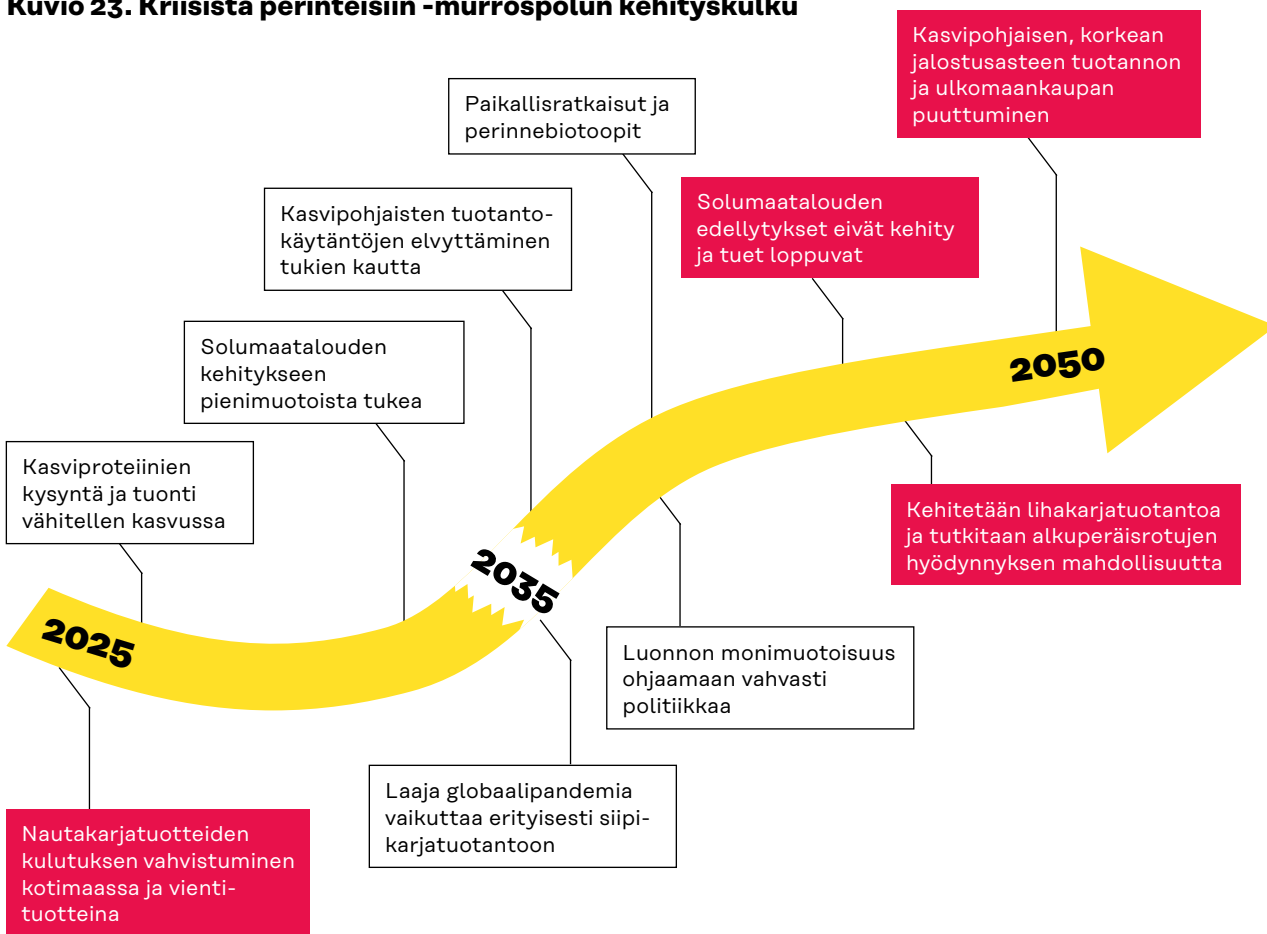
2020-luvulla suomalainen tuotantojärjestelmä pitää kiinni nykyisestä tuotantorakenteesta, eikä vaihtoehtoihin tuotantotapoihin panosteta. Muun muassa nautakarjan pidon ja siihen kytkeytyvän vientipotentialin kehittäminen nähdään tärkeänä. Toisaalta panostus lihan vientiin näkyy myös valkuaiskasveihin panostamisena, joka näkyy niiden tuotannon vahvistumisena ja murrosta hyödyttävänä elementtinä pitkällä aikavälillä. Solumaatalouteen kohdistetaan jonkin verran poliittista tukea, mutta alan kehitystoiminta on hidasta. Kulutuksessa kuitenkin näkyy kasvavaa kiinnostusta kasvipörsäisiin tuotteisiin, joita tuodaan enenevästi ulkomailta. Kasvipörsäisten tuotteiden kulutuksen mittaluokka on kuitenkin kokonaisuudessaan verrattain pieni.

2030-luvulla kasvanut kuluttajakiinnostus kasvipohjaisiin tuotteisiin herättää tuotantosektorin, joka alkaa panostaa perinteisten kasvien tuotantoon. Tämä johtaa myös kasvipohjaisten tuotteiden kulutuksen kasvuun vähitellen vuosikymmenen kuluessa. Noin vuonna 2035 riehuva siipikarjantuotannosta lähtöisin oleva globaalipandemia aiheuttaa murtautumispisteen, joka johtaa ruokaturvallisuussyistä siipikarjan lihan kulutuksen voimakkaaseen väheneeseen myös Suomessa. Tämä vahvistaa jo tehtyjä panostuksia tuotantopäässä kasvipohjaisten tuotannon eduksi ja nostaa yleisesti paikallisesti tuotetun ruoan ja omavaraisuuden arvostusta. Samalla panostukset lihakarjan tuotantoon kasvavat, kun broilerintuotanto romahtaa. Kansainvälinen kauppa hiipuu, kun maailmanpoliittinen tilanne suosii paikallisia ratkaisuja. Solumaatalouteen kohdennettu poliittinen tuki vähenee, koska resurssit halutaan kohdentaa kasvipohjaisen tuotannon kehittämiseen ja nautakarjaan.

2040-luvulla kulutetut, eläinperäisille tuotteille vaihtoehtoiset kasvipohjaiset tuotteet ovat kohti 2050-lukua mennessä entistä enemmän kotimaisia. Käytössä on muun muassa kauraan, pellavaan, hamp- puun, tattariin, lupiiniin, härkäpapuun ja herneeseen pohjautuvia tuotteita, jotka ovat myös maltillisesti prosessoituja. Samalla nautakarjatalous pitää pintansa osana tuotan- tojärjestelmää, koska sillä on myös monia luonnonhoidollisia etuja. Lihakarjatuotantoa

kehitetään ja alkuperäisrotujen hyödyntämi- sen laajentamisesta keskustellaan. Luonnon monimuotoisuuden painoarvo politiikassa kaikkienensa kasvaa. Kulutuspuolella sianli- han kulutus laskee edelleen tasaisesti ja korvautuu muilla vaihtoehdoilla. Solumaata- louteen ei erityisesti panosteta Suomessa, vaikka joitain kokeiluja tehdään. Alan kehi- tystoiminta tapahtuu pääasiassa ulkomailla, mistä valuu jonkin verran tuotteita myös Suomeen kokeilunhaluisille kuluttajille.

Kuvio 23. Kriisistä perinteisiin -murrospolun kehityskulku



6.3 Murrospolku: Vahvan ruokapolitiikan Suomi

Vahvan ruokapolitiikan Suomi -murrospolussa ruokajärjestelmään kehittynyt moniääninen yhteistoimintaklusteri luo vuonna 2050 pohjan kestäväälle ruokapolitiikalle. Tuotantojärjestelmä on monenkirjava: solumaatalouteen on panostettu, minkä lisäksi maataloudesta löytyy niin pienimuotoisia perinneratkaisuja kuin suurempiakin tuotantoyksiköitä. Markkinoilla on runsaasti erilaisia kasvipohjaisia ja solumaatalouden vaihtoehtoja, joita kuluttajat hyödyntävät joustavasti. Kestävät ratkaisut on tehty kuluttajalle helpoksi muun muassa kauppohen tuotesijoittelulla, yleisellä hintaohjauksella ja julkisen ruokailun tuuppauksilla. Poliitiikan keinovalikoimaa käytetään tarpeen mukaan monipuolisesti, mutta pitkäjänteinen kehitystyö on tuottanut myös monia markkinaehtoisia ratkaisuja ja yhteisesti hyväksytyjä sopimuksenvaraisia toimintaperiaatteita ruokajärjestelmässä. Ympäristö- ja terveyskriteerit ovat yhteiskunnan keskeisiä kestävyysarvoja, jotka ohjaavat ruokajärjestelmän toimintaa. Lisäksi vientisektorin tukemiseen panostaminen näkyy vahvoina suomalaisina ruokabrändeinä maailmalla. Toisaalta poliitiikan yhteiskunnallinen moniäänisyys tuottaa myös eriaänistä populismia sekä haasteita yksityiskohtaisempien linjavetojen muodostamisessa, vaikka ruokapolitiikan peruseriaatteille onkin yleisesti vahva yhteiskunnallinen tuki.

Tuotannon painopisteet ovat seuraavat: eläinperäiset lihatuotteet 25 prosenttia, kasvipohjaiset tuotteet 45 prosenttia ja solumaatalouden tuotteet 30 prosenttia. Maitotuotteista 30 prosenttia on eläinperäisiä, 55 prosenttia kasvipohjaisia ja 15 prosenttia solumaatalouden tuotteita. Eläinperäisessä tuotannossa broilerilla on vahva rooli. Punaisen lihan osuus on painunut pieneksi ja koostuu lähinnä maitotalouden sivutuotteesta. Eläinperäiset maitotuotteet jalostetaan paljolti juustoiksi, joiden kasvipohjaiset ja solumaatalouden vaihtoehdot eivät ole yhtä laadukkaiksi koettuja.

Murroksen eteneminen aikavälillä 2025–2050

2020-luvulla Suomessa omaksutaan vahva tieteeseen ja tutkimukseen nojaava ruokapolitiikka, joka jalkautetaan eri ruokajärjestelmän osiin, mikä näkyy panostuksina niin alkutuotantoon, tuotekehitykseen kuin esimerkiksi kuluttajaohjaukseenkin. Tämä vahvistaa myös Suomen ruokateknologista osaamista kasvipohjaisissa ratkaisuissa, minkä lisäksi julkinen valta tukee myös solumaatalouden kehittymistä. Lisäksi taustalla vaikuttaa eri ruokajärjestelmän toimijoiden tiivistynyt yhteistyö ja halu sitoutua kestävyyspoliittisiin tavoitteisiin. Tämä kaikki myös luo edellytyksiä Suomesta vahvana vientimarkkinana uusille tuotteille. Kuluttajille toiminnan vaikutus näkyy muun muassa markkinoinnin ja kauppohen tuotevalikoimien ja tuotesijoittelun muutoksina, kiristyneenä elinperäisten tuotteiden verotuksena sekä julkisen ruokailun painopisteiden muutoksina.

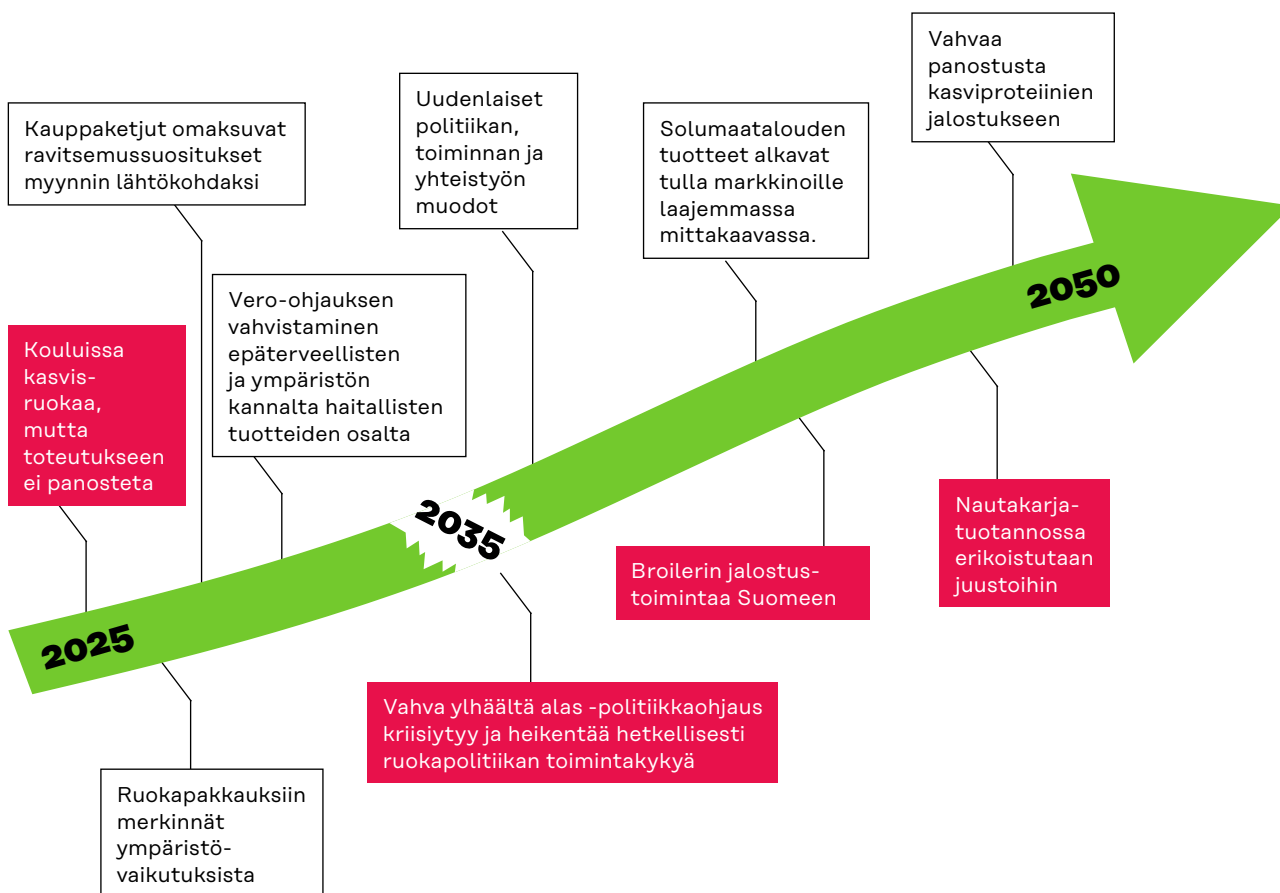
2030-luvulla uuden ruokapolitiikan toimet herättävät kuluttaja-kansalaisissa myös vastarintaa. He kokevat, että politiikka toimii liiaksi ylhäältä alas eikä kykene ottamaan kuluttaja-kansalaisia mukaan päätöksentekoon ja kuuntelemaan heidän tarpeitaan. Tämä politisoi laajemmin ruokaan liittyvää keskustelua ja vaikuttaa poliittisiin valtasuhteisiin kriisiyttäen ruokapolitiikkaa. Tämän kautta syntyy uudenlaista ruokapolitiittista yhteistyötä, jonka myötä aletaan purkaa sääntelyä ja rakentaa politiikkaa moniäänisemmältä pohjalta. Tämä kehittää aiempaa monitahoisempia toimintakäytänteitä.

2040-luvulla kasvipohjaisten tuotteiden jalostusaste nousee entisestään, vaikka myös prosessoimattomia tuotteita on laajalti markkinoilla. Punaisen lihan kulutus jatkaa laskuaan. Solumaatalouden rooli alkaa voimistua ja alalla on merkittäviä kotimaisia toimijoita. Poliittinen ohjaus normalisoi uusia tuotteita kulutuskulttuurissa, ja ne aletaan nähdä enenevästi normaalivaihtoehtona, ja erityisesti vaihtoehtoina punaiselle

lihalle ja nestemäiselle maidolle. Samalla myös markkinaehtoisuus vahvistuu, mikä tekee toiminnasta taloudellisesti entistä kannattavampaa. Vientimarkkinat kehittyvät

voimakkaasti uusille tuotteille. Myös broilerintuotannon tehokkuutta vahvistetaan yhä suuremmaksi ja jalostustoiminta Suomessa alkaa kehittyä.

Kuvio 24. Vahvan ruokapolitiikan Suomi -murrospolun kehityskulku



□ Lisää kasvipohjaisten ja solumaatalouden tuotteiden käyttöä

■ Lisää eläinperäisten tuotteiden käyttöä

6.4 Murrospolku: Maailmanlaajuinen valtapeli

Maailmanlaajuinen valtapeli -murrospolussa Suomen maatalous on siirtynyt pitkälti ulkomaiseen omistukseen vuonna 2050. Erityisesti solumaatalouden toimijat ovat globaaleja suuryrityksiä, joilla on kuitenkin tuotantoyksiköitä myös Suomessa. Tuotantoprosessit ovat pitkälle automatisoituja, teknisiä ja tehokkaita ja kulutustuotteet vahvasti prosessoituja, muutamaa pääraaka-aineeseen pohjavia ratkaisuja. Kasvipohjaisten ja solumaatalouden tuotteiden hyvänä pidetty maku, saatavuus ja alhaiset hinnat luovat näille vahvan kuluttajakysynnän. Samalla yhteiskunnallinen suhtautuminen eläinperäiseen tuotantoon on muuttunut kriittiseksi. Jäljellä oleva eläintuotanto keskittyy paljolti tehokkaisuuteen suuryksiköihin. Kotimainen osaaminen ruoka-alalla on rajallista, ja Suomi on riippuvainen paitsi ulkomaisesta tietotaidosta, myös erilaisista tuotantopanoksista. Itse tuotanto ja jalostus tapahtuvat kuitenkin paljolti Suomessa, mikä tuottaa myös kansantaloudellisia hyötyjä. Joidenkin aiemmin alkutuotannossa työskennelleiden on vaikea löytää uutta työtä, kun tuotanto on tehostunut ja keskittynyt ja maaseutu monelta osin autioitumassa ja maaseutuympäristöt katoamassa. Poliittisen sääntelyn rooli on heikko, mutta markkinat kykenevät vastaamaan verrattain hyvin erilaisiin ympäristöhaasteisiin. Monia uusia tuotteita ei kuitenkaan koeta erityisen terveellisinä vaihtoehtoina, mikä herättää osaltaan yhteiskunnallista huolta.

Tuotannon painopisteet ovat seuraavat: eläinperäiset lihatuotteet 5 prosenttia, kasvipohjaiset tuotteet 45 prosenttia ja solumaatalouden tuotteet 50 prosenttia. Maitotuotteista 15 prosenttia on eläinperäisiä, 60 prosenttia kasvipohjaisia ja 25 prosenttia solumaatalouden tuotteita. Eläinperäinen tuotanto keskittyy muutamille nautakarja- ja porsastiloille. Pieni osa kuluttajista haluaa pitää kiinni eläinperäisistä hapanmaitotuotteista.

Murroksen eteneminen aikavälillä 2025–2050

2020-luvulla ruokaan liittyvä hallinnollis-poliittinen sääntely heikkenee muun muassa alkutuotannon tukien ja elintarvikesääntelyn osalta, koska yhteiskunnassa uskotaan markkinaehtoisuuden tarjoavan hyvän väylän ympäristökriisin ratkaisuun ruokajärjestelmässä. Isot kansainväliset kauppaketjut rantautuvat Suomeen. Tuontiruokien osuus alkaa kasvaa. Globaalitasolla kestävyyskriisi ohjaa investointirahaa ja painetta kehittämään uusia ratkaisuja ruoantuotantoon. Muutos ei kuitenkaan näy vielä olennaisesti markkinoilla, koska tuotekehitystyö edistyy hitaasti.

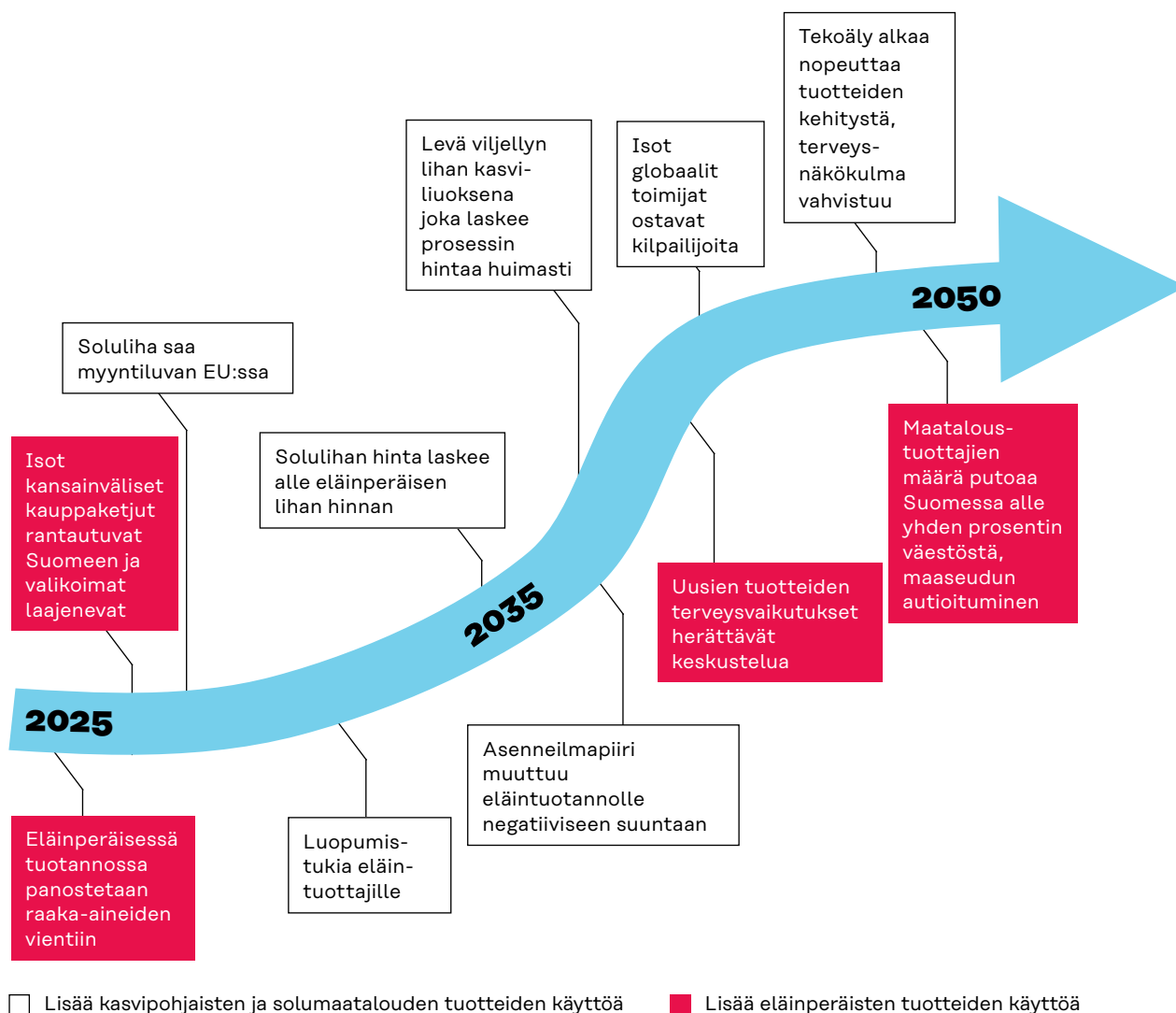
2030-luvulla tuotekehityksessä ja markkinaratkaisujen kehittämisessä menestyvät erityisesti globaalit suuryritykset, jotka pystyvät tuottamaan markkinoille edullisia ja maistuvia tuoteratkaisuja. Erityisesti solumaatalouden tuotteet saavat tällä tavoin jalansijaa ja kuluttajat myös ottavat ne kokeiluvaiheen jälkeen mielellään vastaan, koska siirtymä pois eläinperäisistä tuotteista koetaan näin monelta osin helpoksi. Kansanterveyden asiantuntijat ovat kuitenkin huolissaan uusien tuotteiden mahdollisista haitallisista terveysvaikutuksista. Tuotantoprosesseissa otetaan mukaan levästä eristettyjä ravinteita osana viljellyn lihan kasvu- ja eläintuotannon hintaa huimasti. Uudet markkinaratkaisut ovat niin kilpailukykyisiä ja laadukkaita, että asenneilmapiiri muuttuu eläintuotannolle negatiiviseen suuntaan. Koska eläintuotannon tarve vähenee, tuottajille tarjotaan luopumis- ja siirtymätukia, mikä edesauttaa myös alkutuotannon hyväksyntää muutokselle. Toimintaympäristön muutos kiihtyy.

2040-luvulla murroksen vauhti alkaa vähitellen tasaantua edellisen vuosikymmenen kiihtyvän vaiheen jälkeen. Tekoälyn kehitys kuitenkin tehostaa tuotantoprosesseja ja vähentää työvoiman tarvetta alkutuotannossa entisestään. Tuotannon tietotaito ja resurssit ovat globaalien suuryritysten hallussa, jolloin paikallinen osaaminen on

heikkoa. Korkean teknologian keskittyneet tuotantojärjestelmät tuottavat myös osattomuutta ja syrjäytyneisyyttä maaseudun

autioituessa. Tuotekehityksessä aletaan panostaa aiempaa enemmän myös terveysvaikutusten huomioon.

Kuvio 25. Maailmanlaajuinen valtaperä -murrospolun kehityskulku



7 Maankäyttö- ja energiankulutuslaskennat murrospoluissa

7.1 Laskelmien aineistot ja menetelmät

Tämän selvityksen kotieläin- ja kasvintuotannon ja solumaatalouden murrospolkujen maankäyttö- ja energiatarpeiden laskelmat perustuvat Roitto ym. (2023) selvitykseen, jossa arvioitiin tuotekohtaiset maa-alan ja energiankulutukset.

Selvitys perustuu nykyiseen maataloustuotantoon Suomessa. Esimerkiksi juustoa ja naudanlihaa tuodaan Suomeen, mutta näiden tuotteiden tuotantoa ei ollut mukana laskelmissa. Kotieläintuotteista vertailussa olivat mukana naudanliha, jota saadaan sekä lihakarjasta että maitoketjun osana tulevasta lihasta. Suomessa naudanlihasta 80 prosenttia tulee maitoketjun sivutuotteena ja 20 prosenttia lihakarjatuotannosta (Hietala ym. 2021). Muita tuotteita olivat sian- ja siipikarjanliha ja maito (raaka-aineena maitopohjaisille tuotteille). Kananmunia ei sisällytetty murrospolkuihin. Lampaat ja vuohet, kala ja poronlihan tuotanto jätettiin selvityksen ulkopuolelle. Myöskään riista tai luonnonkala eivät sisällyneet selvitykseen. Kasviperäisinä proteiininlähteinä oli mukana sekä palkokasveja (herne, härkäpapu) että viljoja (vehnä, kaura). Solumaatalouden tuotteista mukaan valittiin kaasufermentoitu mikrobi-proteiini (Järviö ym. 2021a) ja viljelty liha (Tuomisto ym. 2022) ja mikrobien tuottama valkuaisaine-proteiini (Järviö ym. 2021b).

Pääosa rehusta tuotetaan Suomessa. Merkittävä osa valkuaisrehusta tuodaan muualta, mutta kokonaisrehunkäytössä valkuaisrehun osuus on pieni. Laskennassa hyödynnettiin Luonnonvarakeskuksen tilastoja: käytössä oleva maatalousmaa (Luonnonvarakeskus 2022a), viljatase (Luonnonvarakeskus 2022b), satotilasto (Luonnon-

varakeskus 2022c), maatilojen sadonkäyttö (Luonnonvarakeskus 2022d) ja ravintotase, joka sisältää myös tuonnin osuuden (Luonnonvarakeskus 2022e). Viljojen proteiinipitoisuudet saatiin Ruokaviraston tilastoista (Ruokavirasto 2022b) sekä kotieläintuotteiden vastaavasti Luonnonvarakeskuksen ravintotaseesta (Luonnonvarakeskus 2022e). Nurmi- ja vilja-alan jakautumisen laskenta eri tuotantosunnille on kuvattu Roitto ym. (2023) julkaisussa. Toiminnallinen yksikkö, eli yksikkö, jota kohden maankäyttö neliömetreinä ilmoitetaan, on proteiinikilo. Systeemin rajausta on maataloudessa tilan portille ja solumaataloustuotteille tehtaan portille, eli tuotteista liha laskettiin raakalihana ja maito raakamaitona. Solumaataloustuotteiden viljelymaankäyttö koostuu tässä vertailussa yksivuotisten viljelykasvien käytöstä.

Energiankulutuksen arviointi perustui elinkaariarvioinnissa käytettävään kumulatiivisen energiankulutukseen, joka ottaa huomioon kaiken tuotantoprosessissa tarvittavan primäärienergian. Kumulatiivisen energiankulutuksen tuloksiin vaikuttaa valittu energianlähde, koska menetelmä ottaa huomioon myös energian tuotantoon kuluvaan energian. Solumaataloustuotteiden energiankulutustiedot tulivat samoista elinkaariarviointitutkimuksista kuin maankäytön arviot (Järviö ym. 2021a; Järviö ym. 2021b; Tuomisto ym. 2022). Suomalaisten kotieläintuotteiden elinkaarisesta energiankulutuksesta on huonosti saatavilla vertaisarvioituja julkaisuja. Tämän vuoksi lähtökohdana käytettiin olemassa olevaa Agrifootprint-tietokannan mallia, joka on luotu hollantilaiselle kotieläintuotannolle (Roitto ym. 2023).

Solumaataloustuotteille (Järviö ym. 2021a; Järviö ym. 2021b; Tuomisto ym. 2022) valittiin vaihtoehto, jossa fossiilisia polttoaineita oli korvattu osittain tai kokonaan vaihtoehtoisilla energianlähteillä. Kotieläintuotteiden energiankulutuksen laskennassa on käytetty keskimääräistä suomalaista sähkösekoitusta (Roitto ym. 2023), jolloin murrospolkujen energiankulutuksen arvio ei ota huomioon fossiilisesta polttoaineesta irtautumista vuoteen 2050 mennessä.

Murrospoluissa käytettävät lähtöarvot perustuvat Roitto ym. (2023) selvitykseen.

Proteiinimäärä (tuotanto/vuosi) laskettiin sekä lihatuotteille (naudan-, sian- ja siipikarjan liha yhteensä 67 979 t) että maidolle (yhteensä 82 404 t). Proteiinimäärä jaettiin eri tuotannoille muutospolkujen osoittamalla tavalla (prosenttiosuudet kokonaisproteiinimäärästä: katso Kuvio 21 & Kuvio 22).

Proteiinimäärät (kg) kerrottiin tuotekohtaisella maa-alan käytöllä muutospolkuihin sisällytetyille tuotteille (m²/kg proteiinia) sekä vastaavasti kumulatiivisella energiankulutuksella (MJ/kg proteiinia). Tuotekohtainen viljelymaan ja energian käyttö on esitetty Taulukossa 6.

Taulukko 6. Tuotekohtaiset maankäyttö- ja energiankulutusluvut, joita käytettiin murrospoluissa (neliometriä / megajoulea per kilogramma proteiinia)

PROTEIININ LÄHDE	m ² /kg proteiinia	MJ/kg proteiinia
Naudanliha (maitoketju)	63,4	200,4
Naudanliha (lihakarja)	100,3	-
Siipikarjan liha	33,6	138,2
Sianliha	62,9	229,6
Soluviljelty liha	5,6	311,9
Kaasufermentoitu mikrobiproteiini	0,0	155,4
Kasvipohjainen proteiininlähde (härkäpapu/herne)	15,4	16,8
Kasvipohjainen proteiininlähde (vilja: vehnä/kaura)	20,2	28,4
Maito	120,8	159,2
Rekombinanttiproteiini (soluviljelty maito)	4,1	184,8

Luvut perustuvat Roitto ym. (2023) selvitykseen. Energiankulutus on ilmoitettu kumulatiivisena energiankulutuksena.

Lihasektorin osalta murrospoluissa tuotetaan kaikissa naudanlihaa maitoketjun sivutuotteena. Kaikissa murrospoluissa maitoketjusta tulevan lihan määrä arvioitiin murrospoluissa tuotetun maitomäärän mukaan. Maitoketjusta saatavaa lihakiloa kohden saadaan keskimäärin 56 litraa maitoa (Kyttä ym. 2022)

Kriisistä perinteisiin -murrospolussa oli laskennassa maitoketjusta tulevan lihan (12 %) lisäksi 30 prosenttia sianlihaa ja loppu lihakarjasta saatavaa lihaa (58 %). Vahvan

ruokapolitiikan Suomi -murrospolussa maitoketjusta tuli 15 prosenttia lihasta, mutta pääosin liha oli siipikarjaa (85 %). Maailmanlaajuinen valtapeli -murrospolussa maitoketjusta tulevan naudanlihan (34 %) lisäksi tuotettiin sianlihaa (36 %) ja naudanlihaa lihaketjusta (30 %).

Lihaa korvaavat solumaatalouden tuotteet koostuivat kaikissa murrospoluissa siten, että yksi kolmasosa oli rekombinanttiproteiinia (Järviö ym. 2021b), yksi kolmasosa kaasufermentoitua mikrobiproteiinia (Järviö

ym. 2021a) sekä yksi kolmasosa soluviljeltyä lihaa (Tuomisto ym. 2022). Maitosektorin maitoa korvaava solumaatalouden tuote oli tässä vertailussa rekombinanttiproteiini (Järviö ym. 2021b).

Taulukon 7 proteiinimäärät kerrottiin taulukossa 6 olevilla tuotekohtaisilla maankäytön arvoilla siten, että murrospoluissa oleva erilaisten lihatuotteiden jako otettiin huomioon. Vastaavasti solumaataloustuottei-

den maankäyttö jaettiin viljellyn lihan ja kaasufermentoidun mikrobiproteiinin kesken sekä rekombinanttiproteiinin kesken.

Tuloksia verrattiin nykyisen kotieläintuotannon vaatimaan viljelymaan alaan. Viljelyssä oleva maa-ala on nykyisellään keskimäärin 2 031 000 hehtaaria. Lihantuotantoon kuluva maa-ala on 348 972 hehtaaria ja maidon tuotantoon kuluva ala 949 317 hehtaaria (Roitto ym. 2023).

Taulukko 7. Proteiinimäärän jakautuminen tuoteryhmille (tonnia) murrospolkujen mukaan vuonna 2050

MURROSPOLUT LIHASEKTORI	Tuoteryhmät lihasektorilla		
	Lihatuotteet	Kasvipohjaiset tuotteet	Solumaatalous
Kriisistä perinteisiin	30 590	30 590	6 798
Vahvan ruokapolitiikan Suomi	16 995	30 590	20 394
Maa-ilmalaajuinen valtapeli	3 399	30 590	33 989
MURROSPOLUT MAITOSEKTORI	Tuoteryhmät maitosektorilla		
	Maito	Kasvipohjaiset tuotteet	Solumaatalous
Kriisistä perinteisiin	37 082	41 202	4 120
Vahvan ruokapolitiikan Suomi	24 721	45 322	12 361
Maa-ilmalaajuinen valtapeli	12 361	49 442	20 601

Lihatuotteiden kokonaisproteiinimäärä on yhteensä 67 979 tonnia ja maidon 82 404 tonnia. Katso myös kuvat 21 ja 22, joissa näkyy tuotteiden prosenttiosuudet

7.2 Murrospolut vertailuissa: maankäyttö

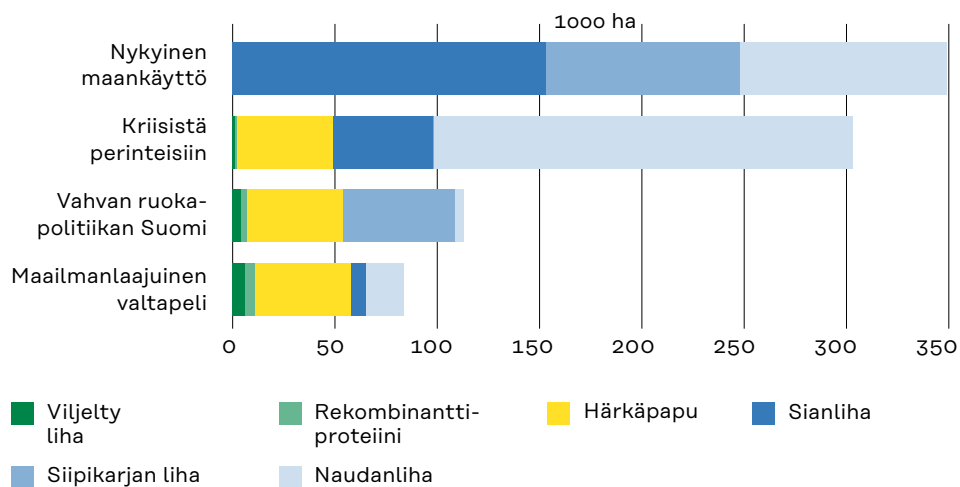
Maa-ilmalaajuinen valtapeli -murrospolussa maidon- ja lihan tuotanto vaativat noin neljänneksen nykyisen tuotannon vaatimasta maa-alasta (Kuvat 26a ja 26b). Kriisistä perinteisiin -murrospolun viljelymaan tarve olisi noin 60 prosenttia nykyisestä. Vahvan ruokapolitiikan Suomi -murrospolku asettuu edellisten murrospolkujen välimaastoon – viljelymaan tarve olisi noin 40 prosenttia nykyisestä. Tulokset osoittavat, että siirtyminen kasvipe-

räiseen ja solumaatalouden proteiininlähteisiin vähentää huomattavasti viljelyyn tarvittavaa maa-alaa verrattuna eläinperäiseen tuotantoon. Koska maitosektorin maankäyttö on tämän mallinnuksen mukaan lihasektoria suurempaa, on siellä mahdollista myös saavuttaa suurempia vähennyksiä viljelyalan käytössä (Kuvat 26a ja 26b).

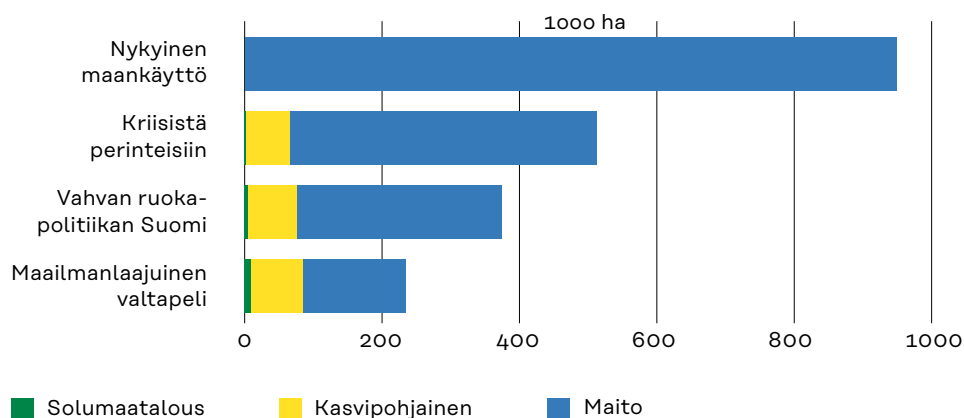
Lihasektorin osalta murrospoluissa kasvipohjaisten tuotteiden osuus on kaikissa 45 prosenttia, kun taas lihan ja solumaataloustuotteiden osuudet vaihtelevat.

Siirtyminen kasviperäiseen ja solumaatalouden proteiininlähteisiin vähentää huomattavasti viljelyyn tarvittavaa maa-alaa verrattuna eläinperäiseen tuotantoon.

Kuvio 26A. Murrospolkujen maankäyttö (1000 ha) lihasektorilla vuonna 2050. Vertailun vuoksi mukana on nykyinen maankäyttö.



Kuvio 26B. Murrospolkujen maankäyttö (1000 ha) maitosektorilla vuonna 2050. Vertailun vuoksi mukana on nykyinen maankäyttö.



Niissä murrospoluissa, joissa solumaatalouden rooli on suurempi, maankäyttö on vähäisempää. Kriisistä perinteisiin –murrospolussa suuri naudanlihan osuus johti suureen maa-alan käyttöön (Kuviot 26a ja 26b).

On kuitenkin otettava huomioon, etteivät solumaatalouden tuotteet ole yhtenäinen

ryhmä. Esimerkiksi skenaarioon sisällytetty kaasufermentoitu mikrobiproteiini ei tarvitse maatalousmaata tuotantoon (Järviö ym. 2021a). Murrospolkuun valittiin myös mikrobiproteiineja, jotka käyttävät hiilen lähteenä esimerkiksi viljelykasveista peräisin olevia sokereita (Järviö ym. 2021b).

Viljelylle lihalle käytettiin glukoosin lähteenä tuontimaissia, jonka satotasot ovat suomalaista tuotantoa korkeammat. Kotimaisen viljelykasvin valinta voisi siis lisätä viljelymaan tarvetta. Vaihtoehtoisesti voitaisiin käyttää myös kotimaisia kasveja, mutta tästä ei ole vielä maankäyttödataa saatavilla. Solumaataloudessa voidaan hyödyntää myös kiertotalouden periaatteita, eli maa- ja metsätalouden sekä esimerkiksi elintarviketeollisuuden sivuvirrat voivat olla käyttökelpoisia raaka-aineita solumaatalouden tuotantoon. Sivuvirtojen käyttöä solumaatalouden maa-alan käyttöön ei ole vielä mallinnettu näissä murrospoluissa käytettävillä tuotteilla. Tässä selvityksessä solumaatalouden maidon maankäyttö mallinnettiin rekombinanttiproteiinille, joka tuottaa maidon proteiinia. Maitoa on mahdollista tuottaa solumaataloudessa myös maitorauhassolujen viljelyyn perustavalla tuotantotavalla, mutta tästä tuotantotavasta ei vielä ole mallinnettua dataa saatavilla.

Murrospolkujen tulokset ovat keskimääräisiä arvoja, jotka ottavat huomioon satotasojen vuotuiset vaihtelut (Roitto ym. 2023). Vuosittaiset sekä määrälliset että laadulliset satojen vaihtelut ovat tyypillisiä kasvintuotannolle (Luonnonvarakeskus 2022c). Esimerkiksi nurmiala voi hyvinä satovuosina olla tarpeettoman suuri karjan nurmirehun tarpeeseen nähden. Tässä mallinnuksessa käytetty viljelymaan allokointiin perustuva maidon tuotekohtainen maa-alan käyttö oli kuitenkin noin kaksinkertainen maidontuottajien ruokintadataan verrattuna (Roitto ym. 2023). Suomalaisen maidontuotannon maankäytöstä ei ole toistaiseksi saatavilla kansallisen tason elinkaariarvioita. Ruokintadataan perustuvalla mallilla maidon

Solumaataloudessa voidaan hyödyntää myös kiertotalouden periaatteita.

maankäyttö olisi näissä murrospoluissa esitettyä noin puolet pienempi.

Murrospoluissa käytettiin toiminnallisena yksikkönä, eli yksikkönä, jota kohden maankäytön ja kumulatiivisen energiankulutuksen tulokset ilmoitetaan, proteiinkiloa. Vertailu ei kuitenkaan ota huomioon proteiinien laadullisia eroja. Eläinproteiinien laatu on yleensä hyvä, ja ne sisältävät kaikki ihmisen terveydelle välttämättömät aminohapot. Solumaatalouden keinoin tuotettujen mikrobiproteiinien sulavuus on vielä melko huonosti tunnettua. Jos sulavuus olisikin eläin- tai kasviproteiineja huomattavasti heikompi, tämä voisi lisätä maankäyttöä. Toiminnallisen yksikön kehittäminen siten, että se ottaisi huomioon myös proteiinien sulavuuden ja muut ravintoaineet, olisi jatkossa tärkeää.

7.3 Vapautuva viljelyala: maankäytön muutokset

Murrospoluissa havaittu vähentynyt maankäytön tarve vuonna 2050 verrattuna nykytilanteeseen (Kuviot 26a ja 26b) on samansuuntainen aiempien ruokavaliotason tutkimusten kanssa, joissa kotieläintuotteita on korvattu muilla proteiininlähteillä kokonaan tai osittain (Röös ym. 2017, Mogensen ym. 2020, Mazac ym. 2022). Eurooppalaisessa arvioissa punaisen lihan korvaaminen siipikarjan lihalla vähensi maa-alan käyttöä 15 prosenttia ja kotieläintuotannosta tuleva lihan ja maidon korvaaminen kokonaan lihaa korvaavilla tuotteilla ruokavaliossa vähensi viljelymaan tarvetta 80 prosenttia verrattuna nykytilaan (Röös ym. 2017). Vastaavasti eurooppalaisen ruokavalion arvioissa sekä vegaaniruokavalio että solumaatalouden tuotteita sisältävä ruokavalio vähensivät maankäyttöä yli 80 prosenttia (Mazac ym. 2022). Tanskassa viljelymaan tarve käyttö olisi noin neljänneksen (26 %) pienempi verrattuna nykyiseen lihapitoiseen ruokavalioon, jos kauraproteiinilla korvattaisiin naudanliha kokonaan tai porsaanliha osittain (Mogensen ym. 2020).

Tämän tutkimuksen murrospolkulaskelmien mukaan viljelymaata voisi vapautua Suomessa 480–980 tuhatta hehtaaria. Ala on nykyisin pääosin nurmien ja viljojen tuotannossa. Myös Luonnonvarakeskus on äskettäin esittänyt muuttuvan kotieläintuotannon vaikutuksia pellonkäyttöön tulevaisuudessa, mutta näissä tulevaisuusarvioissa ei kuitenkaan ollut solumaataloutta mukana (Huuskonen 2023). Siten tässä selvityksessä tehty mallinnus tuo uutta tietoa erityisesti biotekniikkaan liittyvän ruuantuotannon maankäytöstä. Kotieläintuotannosta vapautuva nurmi voisi soveltua myös mikrobien rehuksi sokerin lähteenä tai siitä voidaan eristää aminohappoja suoraan ruoaksi tai viljellyn lihan tuotantoon.

Todelliset eläintuotannon käyttämän maa-alan vähenemiseen liittyvät vaikutukset riippuvat siitä, miten peltoalaa käytettäisiin jatkossa. Kokonaisympäristöhyötyjä saavutettaisiin vain, mikäli uusi käyttö tuottaa vähemmän haitallisia vaikutuksia kuin aikaisempi maankäyttö. Vapautuvaa viljelyalaa voitaisiin käyttää esimerkiksi uusiutuvan energian tai biopohjaisten materiaalien tuotantoon. Vapautuva ala voidaan käyttää myös luonnon monimuotoisuuden tai maaperän hiilivarastojen kasvattamiseen. Monimuotoisuuden kannalta hyviä ovat esimerkiksi pitkäaikaiset viherkesannot (Hyvönen 2023). Myös laiduntamisen lisääminen maitotiloilla olisi tärkeää luonnon monimuotoisuuden kannalta (katso Joensuu ym. 2023).

Tämän tutkimuksen murrospolkulaskelmien mukaan kasvipöytäisten lihan- ja maidonkorvikkeiden raaka-aineiden tuottamiseen vaadittava viljelyala olisi 110 000–123 000 hehtaaria vuositasolla (Kuviot 26a ja 26b). Mallinnukseen valitun viljelykasvin satotasot ja proteiinipitoisuudet vaikuttavat maa-alan käyttöön (Roitto ym. 2023). Murrospoluissa kasvipohjaiset ja solumaatalouden tuotteet korvasivat eläinperäisiä tuotteita vain osittain. Ruokavalioiden ilmastovaikutuksia selvittäneen Luonnonvarakeskuksen selvityksen mukaan pelkästään kasvipöytäisten ruoan

tuotantoon tarvittaisiin noin 508 000 hehtaaria, mihin riittäisi Etelä-Suomen nykyinen peltoala (Saarinen ym. 2019). Esimerkiksi tässä mallinnuksessa mukana ollutta härkämpää tuotetaan kuitenkin vain Etelä-Suomessa ja se vaatii pitkän viljelykierron (katso Kuvio 3). Kokonaisuudessa tulisikin siis katsoa viljelykasvien vaatimaa viljelykiertoa kohti eli noin viiden vuoden aikaperspektiivillä ja ottaa huomioon viljelykiertojen merkitys ravinnekierrolle, maan kasvukunnolle ja kasvinsojelle. Kasvipöytäisten proteiinilähteiden tuotannossa maankäyttötuotantoon tarvittava viljelymaahan ala vaihtelee eri viljelykasveilla, mihin vaikuttavat erot satotasoina ja kasvien proteiinipitoisuuksissa (Roitto ym. 2023).

Valkuaiskasvien tuotantoalat voisivat kasvaa noin 200 000 hehtaariin, kun otetaan huomioon kasvupaikkavaatimukset, viljelykierron vaatimukset sekä alueelliset erot ilmatorisissa (Peltonen-Sainio 2013, Jansik & Wejberg 2022). Ilmastonmuutoksen edetessä myös pohjoisemmat alueet voivat soveltua valkuaiskasvien viljelyyn ja viljelyalat voisivat lähestyä jopa 400 000 hehtaaria (Peltonen-Sainio 2013). Aiemmin arvioita on tehty ilmastovaikutuksiin liittyen ja esimerkiksi MTK:n Maatalouden ilmastotietokartan mukaan härkämpä- ja hernealan kasvattaminen 100 000 hehtaariin vuoteen 2035 mennessä olisi mahdollista (Lehtonen ym. 2020). Liian tiheä viljelykierto esimerkiksi öljykasveilla lisäisi kuitenkin riskejä kasvintuhoojista (Peltonen-Sainio 2013). Palkokasvien viljelyhalukkuutta ovat rajoittaneet epävarmat sadot, sillä satotasoina on suurta vaihtelua sääoloista riippuen (Jansik & Wejberg 2022). Tällä hetkellä myös iso osa eläintuotannossa käytettävistä valkuaisrehukasveista tulee ulkomailta.

Tämän tutkimuksen murrospolkujen mukainen maankäyttö antaisi mahdollisuuksia ilmaston kannalta epäedullisista turvepelloista luopumiseen. Turvepeltoja on Suomessa vain 10 prosenttia peltoalasta, mutta ne tuottavat kuitenkin yli puolet maatalouden ilmastopäästöistä (Kekkonen

ym. 2019). Paksuturpeiset pellot keskittyvät samoille alueille kuin kotieläintuotannossa tarvittavien nurmien tuotanto: Pohjanmaan maakunnissa turvepeltoja on noin 75 000 hehtaaria, kun Etelä-Suomessa turvepeltojen osuus viljelyalasta on pieni. Luonnonvarakeskuksen skenaarioiden mukaan Etelä-Suomessa rehuntuotannon ala vähenee ja korvautuu leipäviljan ja valkuaiskasvien alan lisäyksellä vastaavasti (Huuskonen ym. 2023). Euroopan unionin ennallistamisasetusehdotuksen pohjalta turvepeltoja tulisi Suomessa ennallistaa vuoteen 2050 mennessä 107 100–189 000 hehtaaria, josta 54 600–94 500 hehtaaria tulisi vettää (Räsänen ym. 2023). Ennallistaminen ja metsitys eivät ole olleet maatalousyrittäjille kannattavia vaihtoehtoja kustannusten ja tukipolitiikan vuoksi (Landström ym. 2021; Rämö ym. 2023). Ilmastopäästöjä saadaan vähennettyä myös vain jättämällä pelto pysyvästi viljelemättä silloin kun metsitys tai ennallistaminen eivät sovellu ratkaisuksi pellon ominaisuuksien tai taloudellisten seikkojen vuoksi (Landström ym. 2021).

Peltojen uudelleenkäytön ympäristövaikutusten, kuten metsityksen, arvioinnissa tulee ottaa huomioon myös tarkastelu-aika. Esimerkiksi metsien hiilensidonta muuttuu ajan kuluessa ja hakkuiden jälkeen. Puiden istuttamisesta saatava ilmastohyöty kasvaa parinkymmenen vuoden kuluttua istuttamisesta, kun metsän kasvu ja hiilen sidonta maaperään lisääntyvät (Landström ym. 2021). Myös esimerkiksi maisematason ekosysteemipalveluita tulee tarkastella maiseman avoimuuden sulkeutuessa. Suomessa on metsitetty 1960-luvulta alkaen noin 300 000 hehtaaria maatalousmaata (Maa- ja metsätalousministeriö 2021), mutta samaan aikaan on raivattu myös uutta viljelymaata. Uusi metsäkatoasetus ja CAP-linjauus, eli EU:n yhteinen maatalouspolitiikka, ovat rajoittamassa pellonraivausta Suomessa (Maa- ja metsätalousministeriö 2022). Kun kotieläintuotanto on keskittynyt, uutta peltoa on raivattu rehun tuotantoon ja

lannanlevitysalaksi (Landström ym. 2021). Turvemaiden pellonraivaamisen lopettaminen estää uusien päästölähteiden syntyminen.

Tässä selvityksessä mallinnettu viljelymaan vapautuminen tarjoaa peltoalaa käytettäväksi muuhun kuin rehuntuotantoon, mutta mahdollisuuksia tulisi tarkastella huolellisesti. Viljelymaan uudelleen käytön arvioinnin yhteydessä tulisi ottaa huomioon ruokaturva ja huoltovarmuus.

Lopuksi voidaan todeta, että tuotekoh-taisen tarkastelun sijaan vaikutuksia voitaisiin tutkia järjestelmätasolla. Esimerkiksi lihakarjan lihan ja kasvimaidon tuotannon vaatima maankäyttö voisi olla alhaisempi kuin yhdistetyllä maito- ja lihaketjulla (Kyttä 2022). Suurin osa solumaatalouden elinkaariarvioinneista on tehty haitanjaollisella elinkaariarvioinnilla, joka ei ota huomioon muihin tuotesysteemeihin aiheutuvia seurannaisvaikutuksia (Tuomisto 2022). Esimerkiksi kotieläintuotanto tuottaa useita sivutuotteita, kuten lannoitteet, energia ja nahka, jotka pitää korvata vaihtoehtoisilla tuotteilla.

Tuotantoa tulisi tarkastella myös paikallisella tasolla: millaiset ovat paikalliset mahdollisuudet ravinteiden ja energian kierrättämiseksi ja synteettisten kasvinsuojelukemikaalien välttämiseksi? Esimerkiksi solumaataloudessa voitaisiin hyödyntää myös metaania hiilen lähteenä. Tämä sopisi hyvin agroekologiseen symbioosiin, jossa metaania tuotetaan biokaasulla maatilatasolla (Koppelmäki ym. 2021).

7.4 Solumaatalous syö energiaa

Solumaatalouden kääntöpuolena on pidetty suurta energiankulutusta, sillä tuotanto bioreaktoreissa kuluttaa paljon sähköä.

Murrospolkuihin valittujen tuotteiden osuudet aiheuttivat vaihtelua energiankulutukseen, mutta erot eri murrospolkujen välillä eivät olleet suuria (Kuviot 27a ja 27b). Lihasektorilla suurin kumulatiivisen energi-

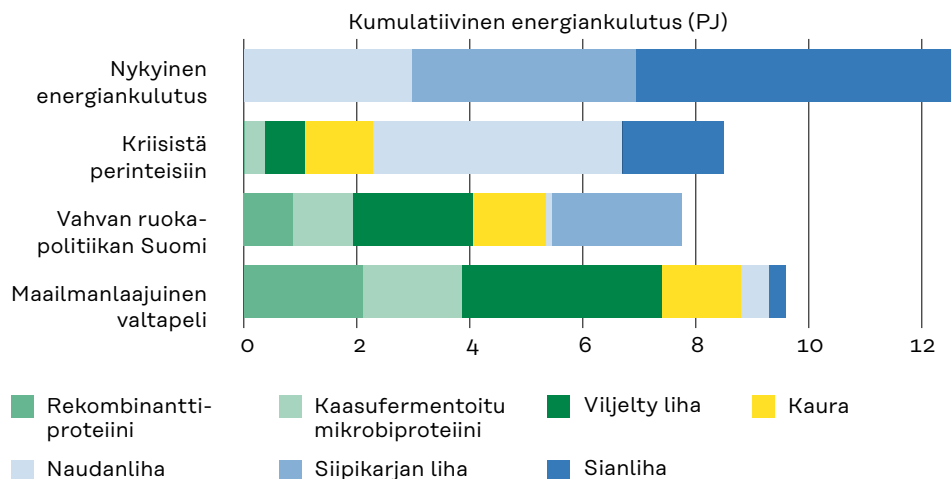
ankulutus mallinnettiin Maailmanlaajuinen valtapeli –murrospolulle, jossa solumaatalouden tuotteiden osuus kumulatiivisesta energiankulutuksesta oli 82 % (Kuvio 27a ja kuvio 27b). Käytettävällä energianlähteellä on kuitenkin suuri vaikutus kumulatiivisen energian kulutukseen. Tässä tulevaisuuteen tähtäävässä selvityksessä solumaatalouden tuotteille valittiin energianlähteeksi vaihtoehto, jossa fossiilisia polttoaineita oli korvattu osittain tai kokonaan vaihtoehtoisilla energian lähteillä. Esimerkiksi kaasufermentoidun mikrobiproteiinin vesivoimaskenaariolla mallinnettu tuotekohtainen energiankulutus on 155 MJ/ kg proteiinia, kun taas nykyisellä keskimääräisellä suomalaisella sähkösekoituksella kulutukseksi arvioitiin 369 MJ/kg proteiinia (Järviö ym. 2021a). Nämä eroavaisuudet eivät kuitenkaan johdu täysin sähkönlähteestä, vaan murrospoluissa on myös muita pieniä eroja. Mallinnukset sisältävät myös fossiilista energiaa, sillä esimerkiksi viljellyn lihan joidenkin tuotantopanelien tuotannossa on käytetty fossiilisia polttoaineita. Kotieläintuotteille mallinnettu energiankulutus perustui nykyiseen keskimääräiseen suomalaiseen käytäntöön, joten malli ei ota niiltä osin huomioon tulevaisuudessa energianlähteissä tapahtuvia muutoksia. Sähkön osuus kokonaisenergiankulutuksesta on kotieläintuotannossa selvästi pienempi kuin solumaataloudessa.

Solumaatalouden bioreaktoreissa tapahtuva tuotanto sekä tuotantoon tarvittavien raaka-aineiden prosessointi kuluttavat erityisesti sähköenergiaa. Tähän selvitykseen valittujen tuotteiden sähkönkulutus oli viljelyllä lihalla (29,9 kWh/kg proteiinia),

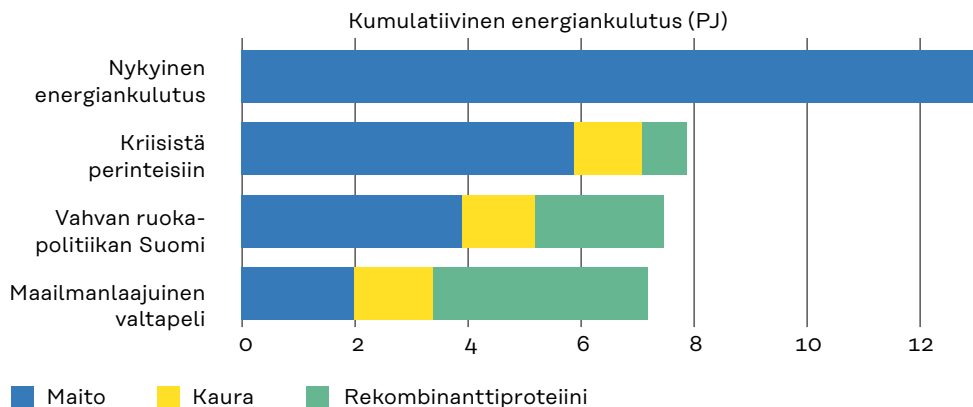
kun mukaan on sisällytetty bioreaktorin käytön ja puhdistuksen sekä ravinneliuoksen raaka-aineiden valmistukseen tarvittavaa sähköä (Tuomisto ym. 2022). Kaasufermentoidun mikrobiproteiinin tuotannossa (27,7 kWh/kg proteiinia) sähköä kuluttaa bioreaktorin toimintojen lisäksi myös esimerkiksi prosessissa tarvittavan vedyn lohkaaminen vedestä (Järviö ym. 2021a). Sähkönkulutus tuotantolaitoksella koostuu erityisesti bioreaktorin lämpötilan säädöstä ja puhdistuksesta sekä tuotteen kuivaamisesta.

Mallinnuksessa maito ja kaura olivat raaka-aineita tilan portille toimitettuna. Kaikki tuotteet vaativat jatkoprosessointia, mikä kuluttaa myös energiaa. Erilaiset proteiininlähteiden prosessointimenetelmät eroavat energiankulutuksen suhteen. Kotieläintuotteille tilan portin jälkeisen energiankulutuksen osuudeksi on arvioitu noin 30–40 prosenttia (De Vries & De Boer 2010). Esimerkiksi suomalaisen broilerileikkeen energiankulutuksessa rehun tuotanto muodosti 25 prosenttia ja broilerien kasvatus 24 prosenttia toimitusketjussa kulutetusta primäärienergiasta (Katajajuuri ym. 2014). Muut ketjun vaiheet, kuten pakkaus ja vähittäiskauppa jäädytyksineen, kuluttivat siten noin puolet tuotantoon vaadittavasta energiasta. Vastaavasti esimerkiksi juuston valmistaminen on energiaintensiivistä ja vain 35 prosenttia energiankulutuksesta tapahtuu alkutuotannossa (Horizon 2020). Siten tässä laskentamallissa käytetty raakamaito kuvastaa huonosti eläinperäisten proteiininlähteiden energiankulutusta kuluttajatasolla.

Kuvio 27 A. Murrospolkujen kumulatiivinen energiankulutus lihasektorilla vuonna 2050. Vertailun vuoksi mukana on arvio nykyisestä kumulatiivisesta energiankulutuksesta.



Kuvio 27 B. Murrospolkujen kumulatiivinen energiankulutus maitosektorilla vuonna 2050. Vertailun vuoksi mukana on arvio nykyisestä kumulatiivisesta energiankulutuksesta.



Solumaatalous on teknologiasta ja energian saatavuudesta sekä hinnasta riippuvainen tuotannon ala (Niemi ym. 2022). Maailmanlaajuinen valtapeli -murrospolun kehityksellään tuotanto keskittyisikin monikansallisille yrityksille, jolloin tuotannon sijainnin ratkai-

sisi edullisen energian saatavuus. Sähkön kysynnän arvioidaan kaksinkertaistuvan Suomessa vuoteen 2050 mennessä (Roques ym. 2021). Tulevaisuudessa on siten mahdollisesti edessä valintoja siitä, mihin rajallinen määrä sähköä kannattaa yhteiskuntana ohjata.

Tuloksia arvioitaessa tulisi ottaa huomioon seuraavia tekijöitä:

- 1.** Solumaatalous on vasta kehittymässä oleva tuotannonala, ja teollisen tason energiankulutuksesta ei ole vielä saatavilla luotettavaa tietoa, joten nykyiset arviot viljellyn lihan ympäristövaikutuksista perustuvat mallinnoiksiin, oletuksiin ja laboratoriomittakaavan tuotantoon (Smetana ym. 2023).
- 2.** Myös kotieläintuotteiden osalta mallinuksessa esiintyi tietopuutteita ja vertaisarvioituja tutkimuksia suomalaisesta tuotannosta on huonosti saatavilla (Roitto ym. 2023).
- 3.** Sekä tavanomaisen että solumaatalouden energianlähteissä tulee tapahtumaan todennäköisesti suuria muutoksia tulevaisuudessa, kun siirrytään pois fossiilisen energian käytöstä ja tilalle vähähii- listä, uusiutuvaa energiaa.
- 4.** Mallien tuloksiin, eli kumulatiiviseen energiankulutukseen, vaikuttavat satota-

sot sekä tuotantojen rehun käytön tehokkuudet, mutta myös käytetty sähkösekoitus (katso. Järviö ym. 2021a).

Kokonaisuutena maankäyttö- ja energialaskelmien rajoitteista voidaan todeta, että monet solumaatalouden tuotteista ovat vasta kehittymässä, joten elinkaariarvioiteihin tarvittavan tiedon laatu vaihtelee teknologian kehitysvaiheen mukaan. Myös monituotejärjestelmät haastavat tuotetason vertailua. Esimerkiksi naudantuotannon sivutuotteina saadaan vielä muitakin jakeita, joita voidaan käyttää esimerkiksi lannoitteina ja energian lähteinä. Näitä ei otettu murrospoluissa huomioon. Kasvipohjaisia ja solumaatalouden tuotteita sisältävissä murrospoluissa nämä jakeet tulisi korvata vaihtoehtoisilla tuotteilla. Toivottavaa olisikin, että etenkin suomalaisen kotieläintuotannon ympäristövaikutuksia tutkittaisiin nykyistä kattavammin elinkaarisesta näkökulmasta ja data olisi avoimesti saatavilla muihin tutkimuksiin.

Myös monituotejärjestelmät haastavat tuotetason vertailua. Esimerkiksi naudantuotannon sivutuotteina saadaan vielä muitakin jakeita, joita voidaan käyttää esimerkiksi lannoitteina ja energian lähteinä. Näitä ei otettu murrospoluissa huomioon.

8 Yhteenveto ja päätelmät

Ympäristökriisi ja ruokajärjestelmän kestävyysmurros

Tämän selvityksen keskeinen lähtökohta on ollut, että ympäristökriisi ja sen osana erityisesti luontokato ovat aikamme keskeisiä megatrendejä, ja tulevaisuudessa yhä useampi yhteiskunnallinen kehityskulku on alisteinen tälle ilmiölle (esim. Dufva & Rekola 2023; Kovanen ym. 2022). Suomi on esimerkiksi sitoutunut suojelemaan vähintään 30 prosenttia pinta-alastaan, ja tämän tavoitteen saavuttaminen vaatii uudenlaisia ratkaisuja.

Yleisesti tiedetään, että kasviproteiinien ympäristökuormitus on keskimäärin pienempi kuin eläinperäisten proteiinien. Uudet solumaatalouden tuotteet ovat myös alustavien tutkimusten mukaan esimerkiksi maankäytön vaatimusten osalta huomattavasti eläinperäisiä tuotteita vähemmän maapinta-alaa vaativia. Eläinperäisten tuotteiden kulutuksen vähentämistä onkin esitetty yhtenä keskeisenä ratkaisuna ympäristöhaasteisiin (esim. Seppälä 2022). Maankäytöllä on puolestaan vaikutuksia sekä ilmastonmuutokseen että luonnon monimuotoisuuteen. Suomessa maankäyttösektorilla kasvihuonekaasujen päästöjä voidaan vähentää erityisesti turvepeltojen käytön osalta. Luonnon monimuotoisuutta voidaan edistää muun muassa laiduntamista ja viherkesantoja lisäämällä. Solumaatalouden ilmastovaikutuksiin vaikuttaa käytettävä energian lähde, joten kestävä tuotannon edellytyksenä on vihreä, uusiutuva energia fossiilisten energialähteiden sijaan (Järviö ym. 2021a; Järviö 2021b).

Ympäristökysymysten lisäksi ruokajärjestelmää haastavat esimerkiksi erilaiset kansanterveyskysymykset, hintapaineet, monien tuotantopanosten saatavuus ja tuotantoeläinten hyvinvointi (esim. Ambikapathi ym.

2022; Lang & Heasman 2015). Tämä kaikki nostaa esiin kysymyksen, kuinka ruokajärjestelmässä kyettäisiin toteuttamaan kokonaisvaltainen kestävyys siirtymä mahdollisimman hyväksytyllä tavalla niin nykyisten kuin tulevaisuudenkin toimijoiden näkökulmista.

Tässä selvityksessä esitetään, että näiden haasteiden vuoksi tarvitaan uudenlainen ruokajärjestelmän tiekartta siihen, kuinka siirtymä kestäväälle tulevaisuuspolulle olisi mahdollinen. Esimerkiksi energia- ja liikenne-sektoreilla vastaavan tyyppinen murros on jo alkanut, ja ruokakysymyksissä olisi tärkeää seurata perässä. Tämä selvitys tarjoaa erilaisia murrospolkuja pohtiessaan näkökulmia ja rakennuspalikoita tiekartan kokoaamiselle.

Ruokajärjestelmän tulevaisuutta pohdittaessa on syytä huomioida, että nykyisissä päätöksissä heijastuvat menneisyyden ja tulevaisuuden mahdollistavat ja muutosta hidastavat tekijät. Vaikka uudet innovaatiot ja tulevaisuuden murrokset yhdistetään helposti teknologisiin kysymyksiin, käytännössä kehityskulkuihin yhteiskunnassa vaikuttavat vahvasti poliittiset, taloudelliset, sosio-kulttuuriset ja arvoihin liittyvät ilmiöt.

Ruoankulutus on ollut aina muutoksessa. Suomalaisten lihankulutus on esimerkiksi tuplaantunut 1950-luvun lukemista. Maitotuotteiden kulutus on samalla aikajaksolla pysynyt korkealla tasolla ja on nykyisellään

Tämä selvitys tarjoaa erilaisia murrospolkuja pohtiessaan näkökulmia ja rakennuspalikoita tiekartan kokoamiselle.

maailman kärkitasoa henkeä kohden mitattuna. Broileri, joka on tällä hetkellä kulutuin lihalaatu Suomessa, ja jonka johtamana lihan kulutuksen kasvu on viime aikoina lähinnä tapahtunut, on suomalaisissa ruokapöydissä puolestaan varsin uusi, 1960-luvulta alkunsa saanut tulokas. Uusien ruokakäytänteiden synty on siis mahdollista ja voi tapahtua verrattain nopeastikin.

Delfoin ja kuluttajakyselyn tulokset tiivistetysti

Asiantuntijoiden ja kuluttaja-kansalaisten näkemykset vuoden 2050 proteiininkulutuksesta antaisivat odottaa, että edessä olisi varsin suuri murros. Asiantuntijat arvioivat lihaproteiinin kulutuksen olevan vain noin 27 prosenttia nykyisestä tasosta vuonna 2050. Kuluttaja-kansalaiset taas arvioivat kulutuksen olevan 45 prosenttia nykyisestä. Molempien ryhmien odotukset erosivat siis varsin paljon lihaproteiinin kulutuksen nykyisestä tasosta.

On samalla hyvä huomioida, että näiden arvioiden pitkän aikajänteen ja ruokajärjestelmän monitahoisuuden vuoksi kyseisiä lukuja on mielekäästä tulkita karkeina suuruusluokka-arvioina. Arvioihin vaikuttavat myös esimerkiksi asiantuntija-aineiston osallistujajoukon kokoonpano ja kysymyksenasettelut. Aineistoissa havaittiin lisäksi arvioissa paljonkin sisäistä hajontaa, mikä osaltaan heijastanee näitä haasteita, mutta kertoo myös aineistojen moniäänisyydestä.

Ruokajärjestelmän muutostekijöitä tarkasteltaessa nousi esiin, että kyseessä on monitahoinen kokonaisuus. Asiantuntija-haastatteluiden ja kyselyn perusteella tarvitaan monien eri toimijoiden panostusta ja eri teemakokonaisuuksien huomiointia.

Vahva kulutuspoliittinen, verotukseen ja rajoituksiin kytkeytyvä ohjaus nähtiin selvästi vaikuttavana muutostekijänä, mutta sen yhteiskunnallinen hyväksyttävyyttä arvioitiin muita tekijöitä selvästi heikommaksi. Toimenpiteitä voisikin olla hedelmällisintä kohdentaa ensisijaisesti muihin tekijöihin, jotka tukisivat uusien tuotteiden tarjonnan

vahvistumista ja monipuolistumista. Keskeisiä muutoksia olisivat alkutuotannon osalta esimerkiksi tukijärjestelmiin tehtävät muutokset ja uusiin tuotantotekniikkoihin panostaminen. Ruokateollisuudelta vaadittaisiin myös vahvempaa panostusta uusiin tuoteratkaisuihin. Kauppojen ja ravintoloiden osalta tarvittaisiin valikoimien ja markkinoinnin kehittämistä. Joukkoruokailun ja ravitsemussuosittelun kehittäminen nähtiin puolestaan keskeisinä elementteinä kuluttajajärjestelmän tapahtuvista tekijöistä.

Ruokajärjestelmän toimijoista tunnistettiin murrosta edistävinä erityisesti asiantuntijoiden mutta myös kuluttaja-kansalaisten näkemyksissä tiede ja tutkimus, media, ravintolat ja joukkoruokailu, kansalaisjärjestöt ja ruokateollisuus. Kuluttaja-kansalaiset näkivät myös erityisesti kuluttajat ja kaupan murrosta edistävinä toimijoina. Lisäksi vastaajat uskoivat, että myös poliittisilta toimijoilta löytyy jossain määrin muutosten myönteisyyttä. Erityisesti asiantuntijat myös asettivat paljon vastuuta kautta linjan eri toimijoille järjestöjä ja alkutuottajia lukuun ottamatta. Aineistojemme perusteella voidaan siten ajatella, että murroksessa monenlaiset toimijat ovat olennaisia ja heiltä myös odotetaan toimia, jotta murros voisi toteutua. Näin ollen murrosta ei myöskään haluta sälyttää minkään yksittäisen tietyn tahon harteille vaan ruokajärjestelmältä odotetaan monitahtoista toimintaa.

Kuluttajakyselyn avulla saatiin selville, miten suomalaiset suhtautuvat erilaisiin kasvipohjaisiin ja solumaatalouden tuotteisiin:

- Kasvipohjaiset tuotteet tunnetaan melko hyvin, solumaatalous näitä heikommin
- Yli puolet kuluttajista suhtautuu kasvipohjaisten tuotteiden käyttöön myönteisesti, solumaatalouden tuotteisiin noin neljännes
- Tuotteiden käyttöhalukkuus on yhteydessä erilaisiin taustatekijöihin, joita olivat eläinperäisten tuotteiden aiempi kulutus, sukupuoli, ikä, asuinpaikka ja koulutus

- Käytöstä enemmän kiinnostuneita motivoivat erityisesti kestävyys- ja eettisyysnäkökulmat, käytöstä vähemmän kiinnostuneita motivoivat muun muassa makuun ja hintaan liittyvät kysymykset

Kokonaisuudessaan kuluttajat vaikuttavat siis suurelta osin kiinnostuneilta uusista tuoteratkaisuista. Uusiin vaihtoehtoihin keskittyminen voi myös olla kuluttajanäkökulmasta mielekkäämpi ja kiinnostavampi tapa kehittää ruokamurroksen tematiikkaa kuin esimerkiksi puhe eläinperäisten tuotteiden käytön rajoittamisesta, joka tyypillisesti saa aikaan enemmän vastustusta (esim. Ilmasto-*barometri* 2023; *Metelinen* 2023). Eläinperäisten tuotteiden käytön rajoittaminen arvioitiin myös tämän tutkimuksen Delfoi – prosessissa sellaisenaan monia muita vähemmän hyväksyttäväksi keinoksi.

Kolme murrospolkua kuvaavat ruokajärjestelmän mahdollisia kehityskulkuja

Suomen ruokajärjestelmän vaihtoehtoisia tulevaisuuden tiloja vuonna 2050 ja näihin johtavia murrospolkuja kuvaamaan muodostettiin asiantuntijahaastatteluiden, kuluttajakyselyn ja näiden pohjalta tehtyjen tulkintojen mukaan kolme kokonaisuutta: Kriisistä perinteisiin, Vahvan ruokapolitiikan Suomi ja Maailmanlaajuinen valtapeli.

Kolmesta murrospolusta ensimmäisessä, Kriisistä perinteisiin, Suomi panostaa alkuun vahvasti nautakarjaan ja sen tuottamien lopputuotteiden vientiin. Samaan aikaan panostetaan myös valkuaisrehun kasvatukseen. Murrospolun keskivaiheilla tapahtuva laaja maailmanlaajuinen pandemia, jonka aiheuttajiksi todetaan siipikarja,

käntää päättäjien ja kuluttajien asenteet negatiivisiksi alan tuotantoa kohtaan ja vahvistaa paikallista, nautakarjaan ja kasvipohjaisiin tuotteisiin painottuvaa omavaraiskehitystä.

Kriisistä perinteisiin -murrospolku osoittaa, että aina ei tiedetä, mikä vaikuttaa lopulta mihinkin tekijään. Murros voi olla luonteeltaan aaltoileva ja tulevaisuus siten yllättävällä tavalla yllättävä. Panostukset vastakkaiselta kuulostavaan kehitykseen voivat lopulta johtaa ennakoimattomaan suuntaan. Murrospolku osoittaa, että alan tiekartan olisi syytä sisältää myös varautumista yllätyksiin ja vaihtoehtoisin reitteihin.

Toinen murrospolku, Vahvan ruokapolitiikan Suomi, pohjaa terveyst- ja ympäristöperustaisen ruokapolitiikan rakentamiseen. Tuotannossa panostetaan monipuolisesti kasviproteiineihin, solumaatalouteen ja eläintuotannossa erityisesti siipikarjaan. Ruokapolitiikkaa pyritään aluksi johtamaan hyvin voimaperäisesti ylhäältä alas. Lyhyellä aikavälillä tämä tuottaa toivottuja tuloksia, mutta 2030-luvulla kansalaisten keskuudessa syntyy vastareaktio, jossa vaaditaan moniäänisempää toimintaa. Tämä johtaa edelleen politiikan ja toimintaympäristön muutokseen.

Murrospolku osoittaa, että hyvät aiomukset eivät aina johda toivottuun lopputulemaan. Alan tiekarttaprosessissa olisikin syytä pohtia, millä tavalla eri toimenpiteitä kannattaa rakentaa. Tässä voi auttaa esimerkiksi matkan jakaminen erilaisiin etappeihin ja erilaisten yhteiskunnallisten toimijoiden sitouttaminen.

Kolmannessa murrospolussa, Maailmanlaajuinen valtapeli, kehitystä kuvaa nopea solumaatalouden yleistyminen. Valta keskittyy kansainvälisille suuryrityksille, jotka

Maailmanlaajuinen valtapeli -murrospolku kertoo, että osin hyvä lopputulema voi olla muilta osin epätoivottava. Alan tiekartta voisi auttaa hahmottamaan, miten näihin eri vaikutuksiin kyettäisiin varautumaan.

ostavat innovatiivisia pieniä yrityksiä pois markkinoilta. Kehitys vapauttaa huomattavia määriä maatalousmaata muuhun käyttöön. Murroksen vauhdista tulee hetkellisesti kiihtyvää. Samalla jäljelle jäävät eläinperäiset tuotantotilat kasvavat todella suuriksi yksiköiksi, joiden ympäristövaikutus on piste-mäistä. Maaseudun perinteiset tuotantora-kenteet muuttuvat ja maaseutu autioituu. Kehitys aiheuttaa ongelmia esimerkiksi perinnebiotooppien ylläpidolle, koska laiduntavien eläinten määrä vähenee.

Murrospolku kertoo, että osin hyvä lopputulema voi olla muilta osin epätoivot-tava. Alan tiekartta voisi auttaa hahmotta-maan, miten näihin eri vaikutuksiin kyettäi-siin varautumaan.

Maankäyttö ja energiankulutus eri murrospoluissa

Murrospoluissa maankäyttö kehitty eri tavoin verrattuna nykyiseen maidon- ja lihantuotannon vaatimaan viljelyalaan. Kriisistä perinteisiin -murrospolussa maata-lousmaan tarve vuonna 2050 olisi noin 65 prosenttia nykyisestä maidon- ja lihantuotannon käyttämästä maatalousmaasta. Vahvan ruokapolitiikan Suomi -murrospo-lussa vastaava lukema olisi noin 40 prosent-tia ja Maailmanlaajuinen valtapeli -murrospolussa noin 25 prosenttia. Näin kaikissa murrospoluissa viljelysmaata vapautuisi muuhun käyttöön huomattavia määriä. Viljelymaan tarve on sitä pienempi, mitä suurempi solumaataloustuotteiden osuus murrospoluissa on.

Murrospolkujen energiankäytössä ei ollut suuria eroja, vaikka niiden tuotanto-muodot olivat olennaisesti erilaisia keskenään. Tämä johtuu siitä, että vaikka solumaatalous kuluttaa huomattavasti energiaa, samoin tekee myös nautakarjata-lous, jonka osuus Kriisistä perinteisiin -murrospolussa oli suuri. Tässä on kuitenkin hyvä huomioida, että solumaataloudessa energi-ankulutus on erityisesti sähköä, mutta kotieläintuotteiden ja kasvintuotannon

energia on paljolti muita energian lähteitä. Täten solumaatalous todennäköisesti lisää sähkönkulutusta alkutuotannossa.

Kokonaisuutena onkin otettava huo-mioon, että tässä esitettyjen murrospolkujen maankäyttö- ja energialaskemien mallien selityskykyä heikentävät osaltaan puutteet lähtötiedoissa, ja niitä kannattaa tällöin tulkita yksinkertaistettuina suuruusluokka-arvioina maan- ja energiankäytön muutoksista.

Laskelmien pohjalta voidaan siten esi-merkiksi todeta, että vaikutukset maankäyt-töön voisivat murrospoluissa olla mittaluo-kaltaan niin suuria, että ne voisivat mahdol-listaa esimerkiksi turvepelloista luopumisen Suomessa. Turvepellot muodostavat vain noin 10 prosenttia Suomen nykyisestä peltoalasta, mutta ovat merkittävä maatalou-den kasvihuonekaasupäästöjen lähde. Toi-saalta maankäytön vapautuminen ruoantuotannosta tarjoaa mahdollisuuden myös esimerkiksi perinnebiotooppien hoitoon, mutta on huomioitava, että tähän tarvittavan maa-alan laajuutta voidaan pitää maatalous-sektorin maankäytön kokonaisuutta arvioita-essa verrattain pienenä (kts. esim. Luonnon-kirjo 2019).

Lisäksi maankäyttöön voi vaikuttaa myös esimerkiksi Kriisistä perinteisiin -murrospolkuun sisältyvä globaalipandemia, jonka lopputuloksena siipikarjanlihan tuotanto romahtaa. Tällöin siipikarjanlihan korvaami-nen naudanlihalla lisää lihasektorin maan-käyttöä lähelle nykypäivän lihankulutuksen tason vaatimia maankäyttömääriä, vaikka maitotuotteiden kulutuksen lasku vähentää-kin maankäytön tarvetta selvästi kokonai-suutena. Siten kasvipohjaisen ja solumaata-louden tuotannon suuresta suhteellisesta kulutusosuudesta huolimatta maankäytön tarvetta voidaan tässä murrospolussa pitää lihasektorin osalta huomattavana.

Energiankäytön osalta yhtenä johtopää-töksenä on, että solumaatalouteen perustuvien ratkaisujen mahdollinen yleistymisen tulee todennäköisesti lisäämään ruokajärjestelmän sähkön tarvetta selvästi tulevaisuudessa.

Tällöin vihreään sähköön pohjaavien ratkaisujen merkitys korostuu ruokajärjestelmän kestävyysmurroksessa.

Toimenpidesuosituks

Tämä selvityksen keskeisenä suosituksena on edellä esiin nostetun, Suomen ruokajärjestelmän kestävyysmurrosta luotsaamaan tarkoitettujen tiekartan laatiminen. Tämä voisi auttaa sitouttamaan eri toimijatahoja ja tiivistämään yhteistyötä niin, että erilaiset murroksen näkökulmat tulisi otettua huomioon. Suomessa tulisikin siirtyä erillisistä maatalous-, terveys- ja ympäristöpolitiikan sektoreista kohti yleisen ruokapolitiikan rakentamista.

Selvityksen tulokset antavat myös eri ruokajärjestelmän toimijoille mahdollisuuksia hahmottaa tulevaisuuden kehityskulkuja. Tästä voivat hyötyä esimerkiksi ruokateollisuuden ja ravintolapalveluiden toimijat, joiden on hyvä olla tietoisia erilaisten tuotteiden kehityksen ja käyttöönoton mahdollisuuksista. Lisäksi politiikassa on hyvä miettiä, mitkä voisivat olla toimivia ohjauskeinokokonai-

suuksia, jos murroksen toteutumista hyväksyttävällä tavalla halutaan tukea ja vauhdittaa.

Tässä tutkimuksessa on hahmoteltu pitkän aikavälin suuria kehityskaaria murroksen kytkeytyen. Näin monia yksityiskohdaisempia kysymyksenasetteluja jää vielä avoimeksi. Tällaisista voidaan nostaa esiin esimerkiksi seuraavat:

- Millaisia kansanterveydellisiä vaikutuksia uusien kasvipohjaisten ja solumaatalouden tuotteiden laajemmalla käyttöön-otolla voisi olla?
- Mitä liiketoiminta- ja vientimahdollisuuksia murros tarjoaa suomalaiselle ruokajärjestelmälle esimerkiksi arvonalistyksen, markkinaehtoisuuden ja vientipotentiaalin näkökulmista?
- Miten uudet ruoantuotannon teknologiat vaikuttavat huoltovarmuuteen?
- Millaisia ympäristövaikutuksia ruokamurroksesta aiheutuisi, kun otetaan huomioon myös maataloudesta vapautuvan maa-alan mahdolliset vaihtoehtoiset käyttömuodot?

Lähteet

Ambikapathi, R., Schneider, K. R., Davis, B., Herrero, M., Winters, P., & Fanzo, J. C. 2022. Global food systems transitions have enabled affordable diets but had less favourable outcomes for nutrition, environmental health, inclusion and equity. *Nature Food*, 3(9), 764–779.

Ala-Kleemola, K. 2020. Soijan viljely on tulevaisuutta myös Suomessa. Käytännön Maamies 19.03.2020. <https://kaytannonmaamies.fi/soijan-viljely-on-tulevaisuutta-myos-suomessa/>. Viitattu: 1.3.2023.

Behm, K., Nappa, M., Aro, N., Welman, A., Ledgard, S., Suomalainen, M. & Hill, J. 2022. Comparison of carbon footprint and water scarcity footprint of milk protein produced by cellular agriculture and the dairy industry. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 27(8), 1017–1034.

Braudel, F. 1979. *Civilization and Capitalism, 15th-18th Century. The Structure of Everyday Life* (käännös ranskankielisestä alkuperäisteoksesta: *Matérielle, Économie et Capitalisme, XVe-XVIIe. Les structures du quotidien*). Harper & Row.

Curry, A. 2013. Archaeology: The milk revolution. *Nature* 500, 20–22.

De Vries, M. & de Boer, I. J. 2010. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock science*, 128(1–3), 1–11.

Dufva, M. & Rekola, S. 2023. Megatrendit 2023. Ymmärrystä yllätysten aikaan. Sitran selvityksiä 224. Helsinki: PunaMusta Oy.

ELY-keskus 2022. Saaristomeren Hot Spot -tiekarttahanke. <https://www.ely-keskus.fi/web/saaristomeren-hot-spot-tiekarttahanke/mika-ihmeen-hot-spot>. Viitattu 21.2.2023.

Fiddes, N. 1991. *Meat: A natural symbol*. London: Routledge.

Gerten, D., Heck, V., Jägermeyr, J., Bodirsky, B.L., Fetzer, I., Jalava, M., Kummu, M., Lucht, W., Rockström, J., Schaphoff, S. & Schellnhuber, H. J. 2020. Feeding ten billion people is possible within four terrestrial planetary boundaries. *Nature Sustainability* 3(3), 200–208.

Hakola, S., Hilli, P. & Kantanen, O. 2023. Kotimaisen kasviproteiini-alan vaikuttavuusinvestointiesiselvitys. Motiva Oy.

Halonen, T., Korhonen-Kurki, K., Niemelä, J. & Pietikäinen, J. (Toim.) 2022. *Kestävyys avaimet. Kestävyystieteen keinoin ihmisen ja luonnon yhteisöön*. Helsinki: Gaudeamus.

Helkkula, H. 2020. Proteiini-kluusteri vauhdittamaan kotimaisen kasviproteiini-alan kasvua. <https://www.vyr.fi/fin/ajankohtaista/uutiset/2020/11/proteiinikluusteri-vauhdittamaan-kotimaisen-kasviproteiini-alan-kasvua/>. Viitattu 25.1.2023.

Hietala S, Heusala H, Katajajuuri JM, Järvenranta K, Virkajärvi P, Huuskonen A, Nousiainen J. 2021. Environmental life cycle assessment of Finnish beef—cradle-to-farm gate analysis of dairy and beef breed beef production. *Agricult. Sys.* 1;194:103250.

Himanen, S. J., Rikkonen, P. & Kahiluoto, H. 2016. Codesigning a resilient food system. *Ecology and Society* 21(4) 41.

Horizon 2020. Horizon 2020 PROTECT State-of-the art in energy use and sustainability of the dairy industry. <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5cab758ff&appId=PPGMS>. Viitattu 25.1.2023.

Huuskonen A. (Toim.) 2023. Suomen kotieläintuotannon tulevaisuuskuvat ja yhteiskunnalliset vaikutukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 126.

Hyvönen, T. 2023. Eri skenaarioiden vaikutus maatalousmaan biodiversiteettiin yleisesti. Julkaisussa: Huuskonen, A. (toim.). Suomen kotieläintuotannon tulevaisuuskuvat ja yhteiskunnalliset vaikutukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki, s. 82–83.

Ilmastobarometri 2023. Ilmastobarometri 2023. Kantar Public / Ympäristöministeriö.

Inayatullah, S. 2008. Six pillars: futures thinking for transforming. *Foresight* 10(1) 4–21.

Jallinoja, P., Niva, M. & Vinnari, M. 2018. Veganism and plant-based eating: Analysis of interplay between discursive strategies and lifestyle political consumerism. In M. Boström, M. Micheletti & P. Oosterveer (Eds.) *The Oxford Handbook of Political Consumerism*. Oxford: Oxford University Press.

Jansik, S. 2022. Onko Suomen rehuvilja vaihdettavissa elintarvikeviljaan? (Julk.) Latvala, T., Väre, M. and Niemi, J., 2022. Maa ja elintarviketalouden suhdannekatsaus 2022. s. 69–73 https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/551897/luke-luobio_44_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Jansik, S. & Wejberg, H. 2022. Näkökulma 8. Kohti tiiviimpää arvoketjua palkokasvituotannossa (Julk.) Kaljonen, M., Karttunen, K. & Kortetmäki, T. (Toim.) (2022). Reilu ruokamurros. Polkuja kestävään ja oikeudenmukaiseen ruokajärjestelmään. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 38/2022 s. 50–52.

Jarchlo, A. I. & King, L. 2021. Alternative proteins: Consumer survey. UK Food Standards Agency report.

Joensuu, K., Hietala, S. & Usva, K. 2023. Nautakarjatuotteiden viennin ja tuonnin muutosten osalta skenaarioiden vaikutukset globaalisti ilmastovaikutukseen, vesijalanjälkeen, luonnon monimuotoisuuteen, happamoitumiseen ja rehevöitymiseen. Julkaisussa: Huuskonen, A. (toim.). Suomen kotieläintuotannon tulevaisuuskuvat ja yhteiskunnalliset vaikutukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki s. 87–107.

Järviö, N., Maljanen, N.-L., Kobayashi, Y., Ryyänen, T. & Tuomisto, H. L. 2021a. An attributional life cycle assessment of microbial protein production: A case study on using hydrogen-oxidizing bacteria. *Sci. Total Environ.* 776, 145764. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145764>.

Järviö, N., Parviainen, T., Maljanen, N.-L., Kobayashi, Y., Kujanpää, L., Ercili-Cura, D., Landowski, C.P., Ryyänen, T., Nordlund, E., & Tuomisto, H. L. 2021b. Ovalbumin production using *Trichoderma reesei* culture and low-carbon energy could mitigate the environmental impacts of chicken-egg-derived ovalbumin. *Nat. Food* 2, 1005–1013. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00418-2>.

Kaljonen, M., Karttunen, K., & Kortetmäki, T. (Toim.) 2022. Reilu ruokamurros. Polkuja kestävään ja oikeudenmukaiseen ruokajärjestelmään. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 38/2022.

Kaljonen, M. & Niva, M. 2022. Kestävä syöminen ja arkisten käytäntöjen muutos. Teoksessa S. Laakso & R. Aro (Toim.) *Planeetan kokoinen arki*. Askelia kestävämpään politiikkaan. Helsinki: Gaudeamus, s. 215–240.

- Kamppinen, M. & Malaska, P.** 2004. Mahdolliset maailmat ja niistä tietäminen. Teoksessa: M. Kamppinen, O. Kuusi, & S. Söderlund (toim.) Tulevaisuudentutkimus: Perusteet ja sovellukset. Toinen, korjattu painos. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, s. 55–115.
- Kareksela, S., Ojanen, P., Aapala, K., Haapalehto, T., Ilmonen, J., Koskinen, M., Laiho, R., Laine, A., Maanavilja, L., Marttila, H., Minkkinen, K., Nieminen, M., Ronkanen, A.-K., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Tolvanen, A., Tuittila, E.-S. & Vasander, H.** 2021. Soiden ennallistamisen suoluonto-, vesistö-, ja ilmasto-vaikutukset. Vertaisarvioitu raportti. Suomen Luontopaneelin julkaisuja 3b/2021.
- Katajajuuri, J.M., Grönroos, J. & Usva, K.** 2014. Energy use and greenhouse gas emissions and related improvement options of the broiler chicken meat supply chain. *International Journal of Sustainable Development* 8, 17(1), 49–61.
- Kekkonen, H., Ojanen, H., Haakana, M., Latukka, A. and Regina, K.** 2019. Mapping of cultivated organic soils for targeting greenhouse gas mitigation. *Carbon Management*, 10(2) 115–126.
- Klößner, C., Engel, L., Moritz, J., Burton, R., Young, J., Kidmose, U. & Ryyänen, T.** 2022. Milk, meat and fish from the petri dish. Which attributes would make cultured proteins (un)attractive and for whom? Results from a Nordic survey. *Frontiers in sustainable food systems* 6 847931. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.847931>.
- Koppelmäki, K., Helenius, J. & Schulte, R. P.** 2021. Nested circularity in food systems: a Nordic case study on connecting biomass, nutrient and energy flows from field scale to continent. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105218.
- Korzen, S. & Lassen, J.** 2010. Meat in context. On the relation between perceptions and contexts. *Appetite* 54(2), 274–281.
- Kovanen, K., Mäntylä, K., Stafford, D. & Komonen, P.** 2022. Megatrends report: Leading towards a better future. VTT.
- Kuhmonen, T., Ahokas, I., Ahvenainen, M., Pohjolainen, P., Panula-Ontto, J., Kirveennummi, A., Auffermann, B. & Kinnunen, V.** 2017. Suomen proteiinijärjestelmän vaihtoehtoiset tulevaisuuskuvat. Tulevaisuuden tutkimuskeskus / Tutu-julkaisuja 1/2017. ISBN 978-952-249-414-6. ISSN 1797-1284.
- Kylli, R.** 2021. Suomen ruokahistoria – suolalihasta sushiin. Helsinki: Gaudeamus.
- Kyttä, V.** 2022. Circular bioeconomy in life cycle assessment-addressing multifunctionality of agriculture. *Dissertationes Scholae Doctoralis Scientiae Circumiectionis, alimentariae, biologicae*. PhD thesis. University of Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-8631-7>.
- Landström, M., Kohl, A., Puroila, S., Sihvonen, R. & Tamminen, S.** 2021. Korjausliike. Suomi kohti 1,5 asteen tavoitteen mukaisia ilmastotoimia. Sitran selvityksiä 193. Elokuu 2021. ISBN 978-952-347-236-5 (PDF). ISSN 1796-7112 (PDF). <https://www.sitra.fi/app/uploads/2021/08/sitra-korjausliike.pdf>.
- Lang, T. & Heasman, M.** 2015. *Food Wars. The Global Battle for Mouths, Minds and Markets*. 2nd edition. London: Routledge.
- Latvala, T., Väre, M. & Niemi, J.** (toim.) 2021. Maa- ja elintarviketalouden suhdannekatsaus 2021. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 33/2021.
- Lavola A.** 2018. Selvitys härkäpapuproteiini-isolaatista ja konsentraatista. Mahdollisuuksia jatkojalostukseen -hanke <https://luonnostatuotteeksi.riveria.fi/wp-content/uploads/2018/12/H%C3%A4rk%C3%A4papuproteiini-isolaateista.pdf>.

Leino, M., Huuskonen, A., Jansik, C., Järvenranta, K., Mehtiö, T. ja Viitala, S.

(Toim.) 2023. Synteesi suomalaisen nautakarjatalouden kestävydestä:

Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2023.

Luonnonvarakeskus. Helsinki.

Lehtomaa, L., Ahonen, I., Hakamäki, H., Häggblom, M., Jutila, H., Järvinen, C., Kemppainen, R., Kondelin, H., Laitinen, T., Lipponen, M., Mussaari, M., Pessa, J., Raatikainen, K. J., Raatikainen, K., Tuominen, S., Vainio, M., Vieno, M. & Vuomajoki, M. 2018. Perinnebiotoopit. Julk.: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.).

Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018.

Lehtonen, H., Saarnio, S., Rantala, J., Luostarinen, S., Maanavilja, L., Heikkinen, J., Soini, K., Aakkula, J., Jallinoja, M., Rasi, S., Niemi, J. 2020. Maatalouden

ilmastotiekartta – Tiekartta kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen Suomen maataloudessa. Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry. Helsinki.

<https://www.mtk.fi/ilmastotiekartta>.

Linturi, H. & Kuusi, O. 2022. Tulevaisuuksia ennakoiva Delfoi-menetelmä.

Teoksessa: Aalto, H.-K. Aalto, K. Heikkilä, P. Keski-Pukkila, M. Mäki & M. Pöllänen (toim.) Tulevaisuudentutkimus tutuksi – Perusteita ja menetelmiä.

Tulevaisuudentutkimuksen Verkostoakatemia julkaisuja 1/2022, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-249-563-1>.

Luonnonkirjo 2019. Perinnebiotoopit kartalle - Suomen uhanalaisimmat

luontotyyppit. Luonnonkirjo.fi sivusto. Uutinen 14.5.2019. [https://www.](https://www.luonnonkirjo.fi/fi-FI/Artikkelit/2019/22019/Perinnebiotoopit_kartalle__Suomen_uhanal(50256))

[luonnonkirjo.fi/fi-FI/Artikkelit/2019/22019/Perinnebiotoopit_kartalle__Suomen_uhanal\(50256\)](https://www.luonnonkirjo.fi/fi-FI/Artikkelit/2019/22019/Perinnebiotoopit_kartalle__Suomen_uhanal(50256)).

Luonnonvarakeskus 2022a. Käytössä oleva maatalousmaa 2022 (ennakko).

<https://www.luke.fi/fi/tilastot/kaytossa-oleva-maatalousmaa/kaytossa-oleva-maatalousmaa-2022-ennakko>. Viitattu 1.7.2022.

Luonnonvarakeskus 2022b. Viljatase. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/viljatase>.

Viitattu 16.6.2022.

Luonnonvarakeskus 2022c. Satotilasto. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/satotilasto>.

Viitattu 16.6.2022.

Luonnonvarakeskus 2022d. Maatilojen sadonkäyttö. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/maatilojen-sadonkaytto>.

Viitattu 16.6.2022.

Luonnonvarakeskus 2022e. Ravintotase 2020 lopullinen ja ennakko 2021.

<https://www.luke.fi/fi/tilastot/ravintotase/ravintotase-2020-lopullinen-ja-ennakko-2021>. Viitattu 21.6.2022.

Luonnonvarakeskus 2022f. Maatalousympäristöjen lintupopulaatiot. <https://www.luke.fi/fi/maatalousymparistojen-lintupopulaatiot#mita-indikaattori-mittaa>.

Viitattu 21.2.2023.

Luonnonvarakeskus 2023. Luontoarvoiltaan arvokkaiden maatalousalueiden

osuus. [https://www.luke.fi/fi/luontoarvoiltaan-arvokkaiden-maatalousalueiden-](https://www.luke.fi/fi/luontoarvoiltaan-arvokkaiden-maatalousalueiden-osuus)

[osuus](https://www.luke.fi/fi/luontoarvoiltaan-arvokkaiden-maatalousalueiden-osuus). Viitattu 21.2.2023.

Lätti, R., Malho, M., Rowley, C. & Frilander, O. 2022. Skenaarioiden rakentaminen

tulevaisuustaulukkomenetelmällä. Teoksessa: Aalto, H.-K. Aalto, K. Heikkilä, P.

Keski-Pukkila, M. Mäki & M. Pöllänen (toim.) Tulevaisuudentutkimus tutuksi – Perusteita ja menetelmiä. Tulevaisuudentutkimuksen Verkostoakatemia

julkaisuja 1/2022, Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Turun yliopisto

<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-249-563-1>.

- Mazac, R., Meinilä, J., Korkalo, L., Järviö, N., Jalava, M. & Tuomisto, H. L.** 2022. Incorporation of novel foods in European diets can reduce global warming potential, water use and land use by over 80%. *Nature food*, 3(4), 286–293.
- McClements, D. J., Newman, E. & McClements, I. F.** 2019. Plant-based milks: A review of the science underpinning their design, fabrication, and performance. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(6), 2047–2067.
- Metelinen, S.** 2023. Tee se itse –ilmastopolitiikka. Energiakriisi vauhdittaa ihmisten ilmastotoimia, vaikka huoli ilmastosta hiipuu. EVA analyysi No 117. 17.01.2023. Elinkeinoelämän valtuuskunta.
- MMM** 2021. Ydinkohtia joutoalueiden metsitystuesta. Maa- ja metsätalousministeriö 02.03.2021. <https://mmm.fi/documents/1410837/22015134/Ydinkohtia+joutoalueiden+metsitystuesta.pdf/5097ca86-ed77-5b8c-9571-6f342ae3f191/Ydinkohtia+joutoalueiden+metsitystuesta.pdf?t=1614686501465> Viitattu 01.03.2023.
- MMM** 2022. Uusi metsäkatoasetus ja CAP –linjaus ovat rajoittamassa pellonraivausta Suomessa. Maa- ja metsätalousministeriön tiedote 10.02.2022. Valtioneuvoston tiedotteita. Saatavilla: <https://valtioneuvosto.fi/-/1410837/uusi-metsakatoasetus-ja-cap-linjaus-ovat-rajoittamassa-pellonraivausta-suomessa->. Viitattu 01.03.2023.
- Mogensen, L., Heusala, H., Sinkko, T., Poutanen, K., Sözer, N., Hermansen, J. E. & Knudsen, M. T.** 2020. Potential to reduce GHG emissions and land use by substituting animal-based proteins by foods containing oat protein concentrate. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122914.
- Niemi, J.K., Nordlund, E., Pastell, M., Ritala, A., Kotilainen, T., Katajajuuri, J.M., Nappa, M. & Lampinen, M.** 2022. Uusien ruoantuotantomenetelmien mahdollisuudet ja haasteet Suomessa: Laadullinen analyysi kotimaisen asiantuntijaverkoston toteuttamana. https://publications.vtt.fi/julkaisut/muut/2022/Uusien_ruoantuotantomenetelmien_mahdollisuudet_ja_haasteet_Suomessa.pdf
- Nordlund, E.** 2019. Solumaatalous tarjoaa uudenlaisia mahdollisuuksia ruoantuotantoon. Kehittyvä Elintarvike. <https://kehittyvaelintarvike.fi/artikkelit/teemajutut/logistiikka-energiatehokkuus/solumaatalous-tarjoaa-uudenlaisia-mahdollisuuksia-ruoantuotantoon/>.
- Nordlund, E. & Vilppula, K.** (Toim.) 2019. Toimeenpanosuunnitelma Suomen proteiiniomavaraisuuden nostamiseksi. VTT Technical Research Centre of Finland. <https://doi.org/10.32040/2019.978-951-38-8706-3>.
- Nyyssölä, A., Suhonen, A., Ritala, A. and Oksman-Caldentey, K.M.** 2022. The role of single cell protein in cellular agriculture. *Current Opinion in Biotechnology*, 75, 102686
- Onwezen, M. C., Bouwman, E. P., Reinders, M. J. & Dagevos, H.** 2021. A systematic review on consumer acceptance of alternative proteins: Pulses, algae, insects, plant-based meat alternatives, and cultured meat. *Appetite*, 159, 105058.
- Peggs, K.** 2012. *Animals and Sociology*. NY: Palgrave Macmillian.
- Peltonen-Sainio, P.** 2013. Kotimaisen valkuaisomavaraisuuden parantaminen globaalimuutosten paineessa. *Omavara 2010–2013*. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201309206000>.
- Piazza, J., Ruby, M. B., Loughnan, S., Luong, M., Kulik, J., Watkins, H. M. & Seigerman, M.** 2015. Rationalizing meat consumption. *The 4Ns. Appetite*, 91, 114–128.

Pihlanto, A., Kuhmonen, T., Rinne, M., Keskitalo, M., Mattila, P., Silvasti, T., Kurppa, S., Tahvonen, R., Pajari, A. M. & Isokangas, A. 2018. Uusia proteiinilähteitä ruokaturvan ja ympäristön hyväksi. 36 s. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/541505/Uusia%20proteiinil%C3%A4hteit%C3%A4%20ruokaturvan%20ja%20ymp%C3%A4rist%C3%B6n%20hyv%C3%A4ksi_06062018.pdf.pdf?sequence=3.

Pohjolainen, P., Vinnari, M. & Jokinen, P. 2015. Consumers' perceived barriers to following a plant-based diet. *British Food Journal*, 117(3) 1150–1167.

Pohjolainen, P. & Vinnari, M. 2023. Hiukan uutta ja vähän vanhaa: kyselytutkimus kertoo, mitä suomalaiset ajattelevat kasvipohjaisista ja solumaatalouden ruokatuotteista. Sitran artikkelisarja. Julkaistu 22.02.2023. <https://www.sitra.fi/artikkelit/hiukan-uutta-ja-vahan-vanhaa-kyselytutkimus-kertoo-mita-suomalaiset-ajattelevat-kasvipohjaisista-ja-solumaatalouden-ruokatuotteista/>.

Post, M. J. 2012. Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. *Meat science*, 92(3), 297–301.

Pöllänen, M., Viri, R., & Liimatainen, H. 2022. Trendiekstrapolointi ja S-käyräanalyysi. Teoksessa: Aalto, H.-K. Aalto, K. Heikkilä, P. Keski-Pukkila, M. Mäki & M. Pöllänen (toim.) Tulevaisuudentutkimus tutuksi – Perusteita ja menetelmiä. Tulevaisuudentutkimuksen Verkostoakatemia julkaisuja 1/2022, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto, <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-249-563-1>.

Ritchie, H. & Roser, M. 2017 Technology Adoption. Published online at OurWorldInData.org. <https://ourworldindata.org/technology-adoption>.

Ritchie, H. 2019. Half of the world's habitable land is used for agriculture. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/global-land-for-agriculture>.

Roitto, M., Ala-Harja, V., Järviö, N. & Tuomisto, H. 2023. Tulevaisuuden ruokamurros. Proteiinit, solumaatalous, maankäyttö ja energia. Helsingin yliopisto. Maataloustieteiden laitos, Julkaisuja xx-xx.

Roques, F. ym. 2021. Enabling cost-efficient electrification in Finland. *Sitra Studies* 194. ISBN 978-952-347-237-2 (PDF). ISSN 1796-7112 (PDF). Saatavilla: <https://www.sitra.fi/app/uploads/2021/09/sitra-enabling-cost-efficient-electrification-in-finland.pdf>

Ruokavirasto 2022a. Proteiinin tarve, saantisuositukset ja lähteet. Ruokavirasto: Etusivu / Elintarvikkeet Terveyttä edistävä ruokavalio / Ravintoaineet / Proteiini. Vierailtu 23.2.2023. Saatavilla: <https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/terveytta-edistava-ruokavalio/ravintoaineet/proteiini/>

Ruokavirasto 2022b. Viljan laatu. Vierailtu 01.02.2023. Saatavilla: <https://avointieto.ruokavirasto.fi/#/kasvi/viljasadon-laatu>.

Räike, A., Taskinen, A. & Knuuttila, S. 2020. Nutrient export from Finnish rivers into the Baltic Sea has not decreased despite water protection measures. *Ambio*, 49, 460–474.

Rämö, J., Tupek, B., Lehtonen, H. & Mäkipää, R. 2023. Towards climate targets with cropland afforestation—effect of subsidies on profitability. *Land Use Policy*, 124, 106433.

Räsänen, A., Kekkonen, H., Lehtonen, H., Miettinen, A., Wejberg, H., Kareksela, S., Tzemi, D., Aro, L., Kuningas, S., Louhi, P. & Ruuhijärvi, J. 2023. Euroopan unionin ennallistamisasetusehdotuksen luontotyyppi- ja turvemaatavoitteiden vaikutukset Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 1/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki.

- Röös, E., Bajželj, B., Smith, P., Patel, M., Little, D. & Garnett, T.** 2017. Protein futures for Western Europe: potential land use and climate impacts in 2050. *Regional Environmental Change*, 17(2), 367–377.
- Saarinen, M., Kaljonen, M., Niemi, J., Antikainen, R., Hakala, K., Hartikainen, H., Heikkinen, J., Joensuu, K., Lehtonen, H., Mattila, T. and Nisonen, S.** 2019. Ruokavaliomuutoksen vaikutukset ja muutosta tukevat politiikkayhdistelmät: RuokaMinimi-hankkeen loppuraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:47.
- Saastamoinen, O., Kniivilä, M., Alahuhta, J., Arovuori, K., Kosenius, A. K., Horne, P., Otsamo, A. & Vaara, M.** 2014. Yhdistävä luonto: ekosysteemipalvelut Suomessa. Publications of the University of Eastern Finland Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences Number 15. https://erepo.uef.fi/bitstream/handle/123456789/13534/urn_isbn_978-952-61-1426-2.pdf?sequence=1.
- Seppälä J.** (Toim.) 2022. Kuluttajien mahdollisuudet Suomen päästövähennysten vauhdittamiseksi – Taustaraportti asumiseen, ruokaan, liikkumiseen ja muuhun kulutukseen liittyvistä toimista. Suomen ilmastopaneelin raportti 6/2022.
- Smart Protein** 2021. What consumers want: A survey on European consumer attitudes towards plant-based foods. Country specific insights. European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme (No 862957) (2021).
- Smetana, S., Ristic, D., Pleissner, D., Tuomisto, H. L., Parniakov, O. & Heinz, V.** 2023. Meat substitutes: Resource demands and environmental footprints. *Resources, Conservation and Recycling*, 190, 106831.
- Spencer, C.** 2016. *Vegetarianism: A history*. London: Grub Street.
- Suomen ympäristökeskus 2022.** Rehevoittävä kuormitus. <https://www.vesi.fi/vesitieto/rehevoittava-kuormitus/>. Viitattu 21.2.2023.
- Svanes, E., Waalen, W. & Uhlen, A. K.** 2022. Environmental impacts of field peas and faba beans grown in Norway and derived products, compared to other food protein sources. *Sustainable Production and Consumption*, 33, 756–766.
- Toivonen, M., Huusela, E., Hyvönen, T., Marjamäki, P., Järvinen, A. and Kuussaari, M.** 2022. Effects of crop type and production method on arable biodiversity in boreal farmland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 337, 108061.
- Tubb, C. & Seba, T.** (2019). *Disruption, Implications, and Choices -Rethinking Food and Agriculture 2020-2030. The Second Domestication of Plants and Animals, the Disruption of the Cow, and the Collapse of Industrial Livestock Farming. A RethinkX Sector Disruption Report.*
- Tuomisto, H. L.** 2022. Challenges of assessing the environmental sustainability of cellular agriculture. *Nature Food*, 3(10), 801–803.
- Tuomisto, H. L., Allan, S. J. & Ellis, M. J.** 2022. Prospective life cycle assessment of a bioprocess design for cultured meat production in hollow fiber bioreactors. *Sci. Total Environ.* 851, 158051. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158051>.
- Valsta, L., Kaartinen, N., Tapanainen, H., Männistö, S. & Sääksjärvi, K.** (Toim.) 2017. Ravitsemus Suomessa – FinRavinto 2017 –tutkimus. THL Raportti 12/2018. Helsinki.
- Vinnari, M.** 2008. The future of meat consumption. Expert views from Finland. *Technological Forecasting & Social Change*, 75 893–904.

Virkkunen, E. (Toim.) 2022. Turvepeltojen kosteikkoviljely ja pohjaveden korkeuden säätely: Kannattavuus ja päästövähennysmahdollisuudet. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 12/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki.

Vranken, L., Avermaete, T., Petalios, D. & Mathijs, E. 2014. Curbing global meat consumption: Emerging evidence of a second nutrition transition. *Environmental Science & Policy*, 39, 95–106.

Wejberg, H. & Aakkula, J. 2022. Solumaatalous haastaa tavanomaisen kotieläintuotannon. Maa- ja elintarviketalouden suhdannekatsaus 2022. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 44/2022, 88–91.

Wiley, A. S. 2016. *Re-imagining Milk : Cultural and Biological Perspectives: Second edition.* London: Routledge.

Wright, L. (Toim.) 2021. *The Routledge handbook of vegan studies.* London: Routledge.

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2022. Valtakunnallinen perinnebiotooppien inventointi 2019–2022. Ympäristö.fi. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Luontotyypit/Luontotyyppien_uhanalaisuus/Perinnebiotoopit/Valtakunnallinen_perinnebiotooppien_inventointi_20192021. Viitattu 21.2.2023.

Kirjoittajista

Venla Ala-Harja on ympäristöekonomisti (MMM) ja väitöskirjatutkija Helsingin yliopistossa. Hän on kiinnostunut ruoantuotannon ja -kulutuksen ympäristövaikutuksista ja erityisesti niihin kytkeytyvistä talous- ja politiikkakysymyksistä.

Natasha Järviö työskentelee LUT-yliopistossa postdoc-tutkijana elintarviketuotannon biodiversiteettivaikutusten arvioinnin parissa. Hän on kiinnostunut uudistuvan maatalouden mahdollisuuksista ja terveen maaperän roolista erilaisten ympäristöhaasteiden ratkaisemisessa.

Pasi Pohjolainen toimii tutkijana Helsingin yliopiston maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan taloustieteen osastolla. Hän on erikoistunut ruoankulutuksen kestävyysmuutoksiin kulutussosiologian, ympäristöpolitiikan ja tulevaisuudentutkimuksen näkökulmista.

Marja Roitto toimii yliopistotutkijana Helsingin yliopiston Tulevaisuuden kestävä ruokajärjestelmät -tutkimusryhmässä. Hän on kiinnostunut ympäristövaikutusten tilastollisesta mallintamisesta ja urbaanista ruoantuotannosta.

Hanna Tuomisto on kestävien ruokajärjestelmien apulaisprofessori Helsingin yliopistossa ja Luonnonvarakeskuksessa. Hänen tutkimuksensa keskittyy ympäristön kestävyden arviointimenetelmien kehittämiseen sekä uusien teknologioiden mahdollisuuksien arviointiin ruokajärjestelmien kestävyden parantamiseksi.

Markus Vinnari toimii yliopistonlehtorina Helsingin yliopiston maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan taloustieteen osastolla. Hän on erikoistunut kestävyyskysymyksiin kulutuksen, eläinoikeuskysymysten ja tulevaisuudentutkimuksen näkökulmista.


SITRA

SITRAN SELVITYKSIÄ 232

Sitran selvityksiä -sarjassa julkaistaan Sitran tulevaisuustyön ja kokeilujen tuloksia.

ISBN 978-952-347-328-7 (PDF) www.sitra.fi
ISSN 1796-7112 (PDF) www.sitra.fi

SITRA.FI

Itämerenkatu 11–13
PL 160
00181 Helsinki
Puh. 0294 618 991
 @SitraFund