



Luonnonvara- ja  
biotalouden  
tutkimus 12/2015

# Ilmastonmuutoksen hillintävaihtoehtojen ja -skenaarioiden tarkastelu maa- ja elintarviketaloudessa vuoteen 2030

Pasi Rikkinen ja Heidi Rintamäki (toim.)

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 12/2015

# **Ilmastonmuutoksen hillintävaihtoehtojen ja -skenaarioiden tarkastelu maa- ja elintarviketaloudessa vuoteen 2030**

Pasi Rikkonen ja Heidi Rintamäki (toim.)

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2015



ISBN: 978-952-326-065-8 (Painettu)

ISBN: 978-952-326-011-5 (Verkojulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkojulkaisu)

URN: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-011-5>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Pasi Rikkinen ja Heidi Rintamäki (toim.)

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2015

Julkaisuvuosi: 2015

Kannen kuva: Kuvatoimisto Rodeo/Luken arkisto

## Tiivistelmä

Pasi Rikkinen<sup>1)</sup> ja Heidi Rintamäki<sup>1)</sup> (toim.)

<sup>1)</sup>Luonnonvarakeskus, Lönnrotinkatu 5, 50100 MIKKELI

”Vähähiilisen maa- ja elintarviketalouden ja maaseudun tulevaisuudet vuoteen 2030 (VÄHIMATU)” -hankkeessa tarkasteltiin maatalouden, ruoan kulutuksen ja maaseudun vaihtoehtoisia skenaarioita ilmastomuutoksen hillinnän näkökulmasta vuoteen 2030. Selvityksessä arvioitiin päästövähennyskeinoja ja -potentiaaleja sekä muutosten aiheuttamia vaikutuksia maataloille, maataloudelle, kuluttajille ja maaseudulle. Tarkastelujen lähestymistavat, aineisto ja menetelmät vaihtelivat neljässä eri skenaariotarkastelussa. Ensiksi alkutuotannossa tarkasteltiin ”Alkutuotanto hillintätalkoisiin” ja ”energiaa ruoan ohelle” -skenaarioita sekä analysoitiin fossiilisen energian korvaamisen mahdollisuuksia uusiutuvalla energialla. Toiseksi tarkasteltiin skenaariota, jossa alkutuotannon päästöjä vähennetään 13 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Kolmanneksi tarkasteltiin useiden erilaisten ruokavalioiden ilmastovaikutuksia ja ravitsemussuositusten mukaisuutta. Neljänneksi tarkasteltiin laajemmin maaseudun kehitystä kohti vähähiilisyttä monenlaisten muutostekijöiden kautta vuoteen 2030 mennessä.

Maataloustuotteiden maailmankaupan vapautumiskehityksen, lähimarkkinoiden kaupankäynnin arvaamattomuuden ja maatalouden tukipolitiikan muutosten myötä kannattavuuden vaihtelu sekä osin sen heikkeneminen Suomen maa- ja elintarviketaloudessa näyttävät valitettavan todennäköiseltä. Tämä voi osaltaan vaikuttaa mahdollisuuksiin toteuttaa päästövähennyksiä maataloilla, sillä eri hillintäkeinot aiheuttavat tiloilla toiminnallisia muutoksia, ja siten suoraa ja välillisiä kustannuksia. Maatalouden päästövähennystavoitteen saavuttaminen pelkästään laskemalla lannoitekäyttöä ja sopeuttamalla märehilijöiden määrää vaikuttaa epärealistiseltä. Maatalouteen kohdistettavan ilmastopolitiikan näkökulmaa tulisikin laajentaa sisältämään maankäyttöön liittyvät ratkaisut, koska maaperän CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentäminen on suhteellisen edullista. Lisäksi Suomen kannalta päästölaskennassa olennaista on, miten metsien hiilinielu otetaan maa-kohtaisissa laskelmissa huomioon. Raportoinnin muutos huomioimaan metsien hiilinielu kasvattaisi viljelijöiden motivaatiota kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tilatasolla. Suoraan viljelyyn vaikuttaville hillintäkeinoille tilatason hyväksyttävyyttä voi olla vaikea löytää. Näitä ovat esimerkiksi eloperäisten maiden raivauskielto, monivuotisen nurmenviljelyn lisääminen tai säätösalaojitukseen investointi. Toisaalta osalla hillintäkeinoista on tilatasolla selviä tuotannollisia ja kustannushyötyjä kuten tilusjärjestelyt, tilojen välisen yhteistyön lisääminen, rehuviljan säilöntä kuivaamatta ja uusiutuvan energiantuotannon lisääminen. Viljelijöillä on valmiutta toteuttaa toimia, jotka eivät lisää byrokratiaa, rajoita tuotantomahdollisuuksia ja luovat tuotannon kehittämiseksi positiivisia kannustimia. Siten mm. investointituet (lannan separointi, biokaasu) tai pitkäaikaisen viherkesannoinnin tai nurmiviljelyn tuki ovat toimivia.

Fossiilisen energian EROI (energy return on investment) pysyy luultavasti tällä vuosisadalla korkealla tasolla. Fossiilisen moottoripolttoaineen korvaaminen uusiutuvalla polttoaineella aiheuttaa aina lisäkustannuksia, koska kaikki nyt tiedossa olevat uusiutuvan energian tuotantotekniikat kuluttavat enemmän energiaa kuin fossiilisten polttoaineiden tuotanto. Maapallon lämpötilan nousu pakottaa kuitenkin ihmiskunnan korvamaan fossiilista polttoainetta uusiutuvilla. Ainoa kestävä vaihtoehto saavuttaa tämä tavoite on vähentää fossiilisten polttoaineiden tuotantoa. Siihen ei kuitenkaan ole olemassa keinoja kansallisella tasolla, mutta kansallisesti voidaan vaikuttaa fossiilisten polttoaineiden kysyntään.

Jos maatalouden päästöjä vähennettäisiin 13 % eläintuotantoa supistamalla, päästöt vähenisivät eniten maaperästä ja eläinten ruuansulatuksesta. Lisäksi rehualasta vapautuvien peltojen metsityksestä saata-va hiilinielu olisi 0,69 Mt CO<sub>2</sub> vuonna 2030. Vaikka peltojen metsityksestä johtuvaa hiilinielua ei voi käyttää maatalouden päästövähennysvelvoitteen täyttämiseksi, tilakokonaisuuden päästöjen kannalta metsällä voi olla iso merkitys. Karkean laskelman mukaan tila, jolla on 600 sikaa ja 80 ha peltoa, kompensoisi maataloustuotannosta tulevat päästönsä 100–300 metsähehtaarilla. Arvioitu päästövähennys merkitsisi 30 % leikkausta nautojen ja sikojen lukumäärässä vuoteen 2030 mennessä. Sikojen määrän arvioidaan todellisuudessa

vähenevän määrällä, joka vastaa tässä arvioitua, kun taas nautojen määrän ei oleteta laskevan niin rajusti. Päästövähennysskenaarion vaikutukset eivät rajoittuisi ainoastaan maatalous- ja elintarvikesektoreille, sillä maataloudella on useiden arvoketjujen kautta paikallistalouteen kohdistuvia kerrannaisvaikutuksia. Maataloussektori on merkittävä investointien lähde ja niinpä investointikysynnän vähennyksellä olisi kielteisiä vaikutuksia moniin paikallisiin yrityksiin ja toimialoihin.

Erilaisten ruokavalioiden kvantitatiivinen ja systemaattinen arviointi auttaa arvioimaan koko tuotanto- ja kulutusketjua ilmasto- ja terveysvaikutusten näkökulmasta. Selvityksessä tehtyjen analyysien perusteella ruokavalioiden kestävyttä ravitsemuksen ja ilmaston näkökulmista lisäävät 1) lihan ja lihavalmisteen (mukaan lukien makkarat) kulutuksen rajoittaminen – huomattava on kuitenkin, että naudanlihan tuotannon rajoittaminen rajoittaa myös maitotuotteiden tuotantoa 2) avomaavihannesten runsas lisääminen, 3) marjojen runsas lisääminen, 4) viljojen kohtuullinen lisääminen ja täysjyväviljojen suosiminen, 5) alkoholi-juomien kulutuksen rajoittaminen, 6) sokerin kulutuksen rajoittaminen ja 7) kahvin kulutuksen vähentäminen. Tarkastelu tukee suomalaisia ravitsemussuosituksia, mutta toisaalta antaa perusteluja nykyistä tiukempienkin suositusten antamiselle, jos ilmaston suojeleminen ja parempaa ravitsemusta halutaan edistää samanaikaisesti.

Maaseudun hiilipäästöjen vähentämistyössä tutkimuksen kokonaisarvio osoittaa suurta painoarvoa etenkin poliittisille ratkaisuille ja päätöksenteolle ja toisaalta uusien teknologioiden ja polttoaineiden kehittämiselle ja käyttöönotolle. Poliittika ja teknologian käyttöönotto liittyvät vahvasti toisiinsa, sillä jälkimmäiseen vaikuttavat esimerkiksi energiantuotannossa ja -kulutuksessa paitsi suorat tuet, myös esim. rakennusmääräykset, sähköverkkoihin liittyvä sääntely ja muut lupaprosessit. Vähähiilisyttä tukevat innovaatiot liittyvät erityisesti energiantuotantoon ja -käyttöön sekä liikenteeseen. Ne voivat olla teknisiä, mutta myös toimintatapoihin liittyviä. Esimerkiksi maaseudun elinvoimaisuuden ja palvelujen turvaamisen kannalta jatkossa korostunevat internetin hyödyntäminen ja palvelukonseptien uudelleen ajatteleminen. Myös älyratkaisut eli ICT-teknologian hyödyntäminen liikenteessä, sähköverkkojen ja -kulutuksen hallinnassa sekä logistiikassa lisääntyvät.

Asiasanat: ilmastonmuutoksen hillintä, ilmasto- ja energiapolitiikka, kasvihuonekaasu, maatalous, tuotanto-kulutusketju, ravitsemussuositukset, uusiutuva energia

## Esipuhe

EU on määritellyt taakanjakopäätöksessään tavoitteet kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksille lähitulevaisuudessa. On mahdollista, että asetetut päästövähennystavoitteet kiristyvät tulevana vuosina kansainvälisten sopimusten edistyessä. Tätä varten on syytä ennakoida keskeisiä muutoksia, vaihtoehtoja ja vaikutuksia kansainvälisen ilmastopöytäkirjan muutoksen varalta. Tältä pohjalta vuonna 2014 toteutettiin ”Vähähiilisen maa- ja elintarviketalouden ja maaseudun tulevaisuudet vuoteen 2030 (VÄHIMATU)” –hanke, jossa arvioitiin päästövähennyskeinoja ja -potentiaaleja sekä muutosten aiheuttamia vaikutuksia maatalolle, maataloudelle, tuotanto-kulutusketjulle ja maaseudulle. Tarkastelujen lähestymistavat, aineisto ja menetelmät vaihtelivat neljässä eri skenaariotarkastelussa.

Tässä selvityksessä tarkasteltujen skenaarioiden tarkoituksena on herättää keskustelua mahdollisista tulevaisuuspoluista ja erilaisista toimintaympäristöistä maataloudessa, maaseudulla ja ruoankulutuksessa. Hankkeessa läpikäytävät ja siinä tuotettavat skenaariotarkastelut eivät kuitenkaan ole ennusteita, vaan mahdollisia tulevaisuuden kehityspolkuja. Alkutuotannossa tarkasteltiin ”Alkutuotanto hillintätalkoisiin” ja ”energiaa ruoan ohelle” -skenaarioita sekä analysoitiin fossiilisen energian korvaamisen mahdollisuuksia uusiutuvalla energialla. Toiseksi tarkasteltiin skenaariota, jossa alkutuotannon päästöjä vähennetään 13 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Kolmanneksi tarkasteltiin useiden erilaisten ruokavalioiden ilmastovaikutuksia ja ravitsemussuosittelun mukaisuutta. Neljänneksi tarkasteltiin laajemmin maaseudun kehitystä kohti vähähiilisyttä monenlaisten muutostekijöiden kautta vuoteen 2030 mennessä.

Selvitys toteutettiin vuoden 2014 aikana Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksessa (MTT) ja julkaistaan 1.1.2015 tapahtuneen tutkimuslaitosten fuusion jälkeen Luonnonvarakeskuksen (Luke) julkaisuna. Hanke sai rahoituksen maa- ja metsätalousministeriöstä ja tutkimusryhmä kiittää hankkeen seurantarayhmää Birgitta Vainio-Mattilan johdolla hyvästä yhteistyöstä sekä asiantuntijoita, jotka antoivat panoksensa hankkeen skenaariotarkasteluissa.

Erikoistutkija Pasi Rikkinen, KTT  
hankkeen vastuullinen johtaja

Luonnonvarakeskus (Luke)  
Talous ja yhteiskunta yksikkö

# Sisällys

<b>1. Johdanto</b> .....	<b>9</b>
1.1. Tutkimuksen tausta ja tavoitteet .....	9
1.1.1. Tutkimuksen tavoitteet .....	9
1.1.2. Tarkasteltavien skenaarioiden tarkempi kuvaus .....	10
<b>2. Alkutuotannon skenaariotarkastelut</b> .....	<b>14</b>
2.1. Tarkastelun menetelmällinen lähestymistapa .....	15
2.1.1. Alkutuotannon yleinen kehitys:.....	15
2.2. Skenaario ”Alkutuotanto hillintätalkoisiin” .....	17
2.2.1. Taustoitus, skenaarion yleiskuvaus .....	17
2.2.2. Skenaarion tarkempi kuvaus .....	17
2.3. ”Energiaa ruoan ohelle”-skenaario .....	19
2.3.1. Taustoitus, skenaarion yleiskuvaus .....	19
2.3.2. Skenaarion toteutumisen edellytykset.....	20
2.3.3. Skenaarion tarkempi kuvaus .....	21
2.4. Skenarioiden sisältämien ohjauskeinojen tarkastelu .....	24
2.4.1. Ohjauskeinojen arvioidut vaikutukset päästöihin .....	24
2.4.2. Eloperäiset maat.....	27
2.4.3. Ruokinnan tarkentaminen .....	28
2.4.4. Lannankäsittelyn tehostaminen .....	28
2.4.5. Biokaasutuotannon lisääminen .....	29
2.4.6. Talviaikainen kasvipeitteisyys.....	29
2.4.7. Typpilannoituksen tarkentaminen .....	30
2.4.8. Täsmäviljely .....	30
2.4.9. Keinojen yhteiskunnallinen ja tilatason hyväksyttävyyden hillintäskenaariorissa .....	30
2.5. Johtopäätökset hillintäskenaarion toteutumisesta ja vaikutuksista ilmasto- ja energia- politiikassa .....	32
2.5.1. ”Alkutuotanto hillintätalkoisiin” - skenaarion SWOT .....	33
2.6. Johtopäätökset energia ruoan ohelle -skenaarion toteutumisesta ja vaikutuksista ilmasto- ja energiapolitiikassa .....	34
2.6.1. ”Energiaa ruoan ohelle” - skenaarion SWOT.....	35
2.7. Yhteenveto .....	36
<b>3. Fossiilisen energian korvaamisen mahdollisuudet uusiutuvalla energialla alkutuotannossa</b> .....	<b>39</b>
3.1. Energiahuollon energian tarve (EROI).....	40
3.2. Fossiilisen energian kulutus maataloudessa .....	41
3.2.1. Vaihtoehtoja vähentämään fossiilista polttoainetta kasvintuotantotiloilla .....	47
3.2.2. Vaihtoehtoja vähentämään fossiilista polttoainetta bioenergia- ja kasvintuotantotiloilla ...	47
3.2.3. Vaihtoehtoja vähentämään fossiilista polttoainetta eläintuotantotiloilla .....	48
3.2.4. Vaihtoehtoja vähentämään fossiilista polttoainetta kasvi- ja eläintuotantotiloilla .....	48
3.2.5. Vaihtoehtoja fossiilisen energian vähentämiseksi uusiutuvaa energiaa tuottavilla tiloilla ....	49
<b>4. Hillintätoimet käyttöön omavaraisuuden ja tasapainoisen maaseutukehityksen kustannuksella</b> .....	<b>55</b>
4.1. Työpaketin tavoitteet ja lähestymistapa.....	55
4.2. Menetelmät.....	55
4.2.1. Arviot päästöjen kehityksestä Suomessa .....	55
4.2.2. Markkinavaikutukset ja hiilivuoto .....	56
4.2.3. Tulonmenetykset ja korvaavat tulot.....	59
4.3. Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	60
4.3.1. Päästöt.....	60
4.3.2. Sektorivaikutukset .....	61
4.3.3. Hiilivuoto .....	62
4.3.4. Hyvinvointitappiot, tulonmenetykset ja korvaavat tulonlähteet .....	63

<b>5. Kuluttajakäyttäytymisen muutos vähähiilisyteen kannustajana.....</b>	<b>66</b>
5.1. Tarkasteltavat ruokavaliot.....	66
5.2. Ilmastovaikutusten arviointi.....	69
5.3. Tulokset.....	69
5.3.1. Ruokavalioiden vertaaminen ravitsemussuosituksiin .....	69
5.3.2. Ruokavalioiden ilmastovaikutukset.....	70
5.3.3. Muut tunnusluvut.....	71
5.3.4. Johtopäätöksiä .....	73
<b>6. Vähähiilisen maaseudun tulevaisuus vuoteen 2030 .....</b>	<b>77</b>
6.1. Työpaketin tavoitteet ja lähestymistapa.....	77
6.1.1. Menetelmät.....	77
6.1.2. Tiiviin kuvaustavan mukanaan tuomat haasteet.....	77
6.2. Megatrendit .....	78
6.2.1. Talous ja teknologia.....	78
6.2.2. Väestönkasvu ja ympäristön kuormittuminen .....	78
6.2.3. EU:n maatalouspolitiikka.....	79
6.3. Muutostekijöiden vaikutukset .....	80
6.4. Poliitiikka .....	82
6.5. Talous .....	85
6.6. Yhteiskunta ja kulttuuri.....	90
6.7. Teknologian kehitys.....	99
6.8. Ympäristö ja aiemmin esitellyt skenaariot 1 ja 3 .....	104
6.9. Vähähiilisyttä edistävät innovaatiot.....	106
6.10. Johtopäätökset.....	107



## Kirjoittajien tiedot

Heikkinen, Jaakko, tutkija, Luke, Luonnonvarat ja biotuotanto - Tuotannon ympäristövaikutukset, jaakko.heikkinen@luke.fi  
Joensuu, Katri, tutkija, Luke, Uudet liiketoimintamahdollisuudet – Resurssiviisas kiertotalous, katri.joensuu@luke.fi  
Järvinen, Maija, tutkija, Luke, Talous ja yhteiskunta – Poliittikatutkimus ja markkinoiden toimivuus, maija.jarvinen@luke.fi  
Kuusela, Olli-Pekka, erikoistutkija, Luke, Talous ja yhteiskunta – Luonnonvarojen hyödyntäminen, olli-pekka.kuusela@luke.fi  
Regina, Kristiina, professori, Luke, Luonnonvarat ja biotuotanto - Tuotannon ympäristövaikutukset, kristiina.regina@luke.fi  
Rikkonen, Pasi, erikoistutkija, Luke, Talous ja yhteiskunta – Poliittikatutkimus ja markkinoiden toimivuus, pasi.rikkonen@luke.fi  
Rintamäki, Heidi, tutkija, Luke, Talous ja yhteiskunta – Poliittikatutkimus ja markkinoiden toimivuus, heidi.rintamaki@luke.fi  
Saarinen, Merja, tutkija, Luke, Uudet liiketoimintamahdollisuudet – Resurssiviisas kiertotalous, merja.saarinen@luke.fi  
Schäfer, Winfried, erikoistutkija, Luke, Uudet liiketoimintamahdollisuudet – Resurssiviisas kiertotalous, winfried.schafer@luke.fi  
Tahvonen, Raija, professori, Luke, Uudet liiketoimintamahdollisuudet – Uudet tuotteet, palvelut ja teknologia, raija.tahvonen@luke.fi  
Varho, Vilja, erikoistutkija, Luke, Talous ja yhteiskunta – Poliittikatutkimus ja markkinoiden toimivuus, vilja.varho@luke.fi  
Toimitus: Pasi Rikkonen ja Heidi Rintamäki

# 1. Johdanto

## 1.1. Tutkimuksen tausta ja tavoitteet

EU:n ilmasto- ja energiastrategian tavoitteena on vuoteen 2020 mennessä vähentää kasvihuonekaasupäästöjen kokonaispäästöjä 20 % vuoteen 1990 verrattuna. Lisäksi uusiutuvien energianlähteiden osuutta halutaan nostaa 20 prosenttiin energian loppukulutuksesta ja energiatehokkuutta 20 % verrattuna nykyiseen kehitykseen. Suomen tulee lisätä uusiutuvien energialähteiden osuutta 38 prosenttiin. EU:n ilmastotavoitteita tarkennettiin lokakuussa 2014, niin että jatkossa keskitytään yhteen päätavoitteeseen: kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen 40 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta. Jatkossa uusiutuvan energian lisäämisen (sitova 27 %) ja energiatehokkuuden parantamisen (ohjeellinen 27 %) tavoitteet ovat EU:n laajuisia, mutta ei suoraan jäsenmaita sitovia. Kansallisen ilmastopolitiikan tavoitteet ja toteutus on kuvattu Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategiassa, jossa on määritelty maataloussektorille 13 % päästövähennystavoite aikavälillä 2005–2020.

Vuonna 2013 päivitetty ilmasto- ja energiastrategia asettaa maataloudelle toimia, jotka toteutetaan niin, etteivät ne vaaranna kotimaista maataloutta tai globaalia ruokaturvaa. Näitä toimia ovat: 1) tutkimustyön lisääminen maankäytön ja maatalouden päästöistä sekä erityisesti tehokkaista päästövähennyskeinoista, jotta toimenpiteet kohdetunvat paremmin; 2) ruokahävikin vähentäminen elintarvikeketjun joka vaiheessa ja ruokavalintojen merkityksen korostaminen kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi, erityisesti kuluttajat ovat tässä tärkeässä roolissa; 3) painopiste maatalouspohjaisen biomassan energiakäytön edistämässä ja kehittämässä on muissa kuin ravinnoksi käytettävissä biomassoissa; ja 4) suljettujen ravinnejä ainekiertokonseptien kehittäminen maatalouspohjaisessa energiatuotannossa.

Euroopan komission julkaisema ”Tiekartta vähähiiliseen talouteen 2050” määrittelee tapoja saavuttaa 80 prosentin päästövähennykset vuoteen 2050 mennessä (Euroopan komissio 2011). EU:n tavoitteena on uusi, kaikkia maita sitova, ilmastosopimus vuodesta 2020 alkaen. Taakanjakopäätös ja siihen liittyvät kansalliset tavoitteet koskevat tällä hetkellä vain maatalouden metaani- ja dityppioksidipäästöjä, mutta myös viljelysmaiden hiilipäästöjä tulee seurata tulevaisuudessa tarkemmin kuin tähän asti. EU:n päätös 529/2013/EU (EU 2013), joka koskee maankäyttöön, maankäytön muutokseen ja metsätalouteen liittyvistä toimista peräisin olevia khk-päästöjä ja poistumia, asettaa lisävaatimuksia myös viljelysmaiden päästöjen raportoinnille. Tavoitteen toteutumista seurataan vertaamalla kauden 2013–2020 päästöjä perusvuoden 1990 päästöihin. Päätös muuttaa pakolliseksi viljelysmaan ja laidunmaan hoidon päästöjen ja nielujen raportoinnin EU:ssa.

Maatalouden ilmasto-ohjelmassa (MMM 2014) kahdeksan tärkeintä ruuantuotannon ja -kulutuksen ilmastonmuutokseen sopeutumista lisäävää ja/tai ilmastonmuutosta hillitsevää toimenpidettä ovat: 1) hiilen sitominen maaperään, 2) turvemaiden käyttöön liittyvät toimet, 3) kasvinjalostus, 4) kasvin- ja eläinterveys sekä haitallisten vieraslajien leviämisen estäminen, 5) lannankäsittely ja typpilannoituksen tarkentaminen, 6) energiatehokkuus sekä uusiutuvan energian tuotanto ja kulutus, 7) ruokahävikin vähentäminen koko ruokajärjestelmässä sekä 8) ruokavaliomuutokset kasvispainotteisempaan suuntaan.

Elinkeinotoiminnan lisäksi maaseudun asukkaat vaikuttavat kulutuskäyttäytymisellään ja elämäntapa- valinnoillaan hiilijalanjälkeensä myös asumisen ja liikkumisen kautta. Tiiviimpi asuminen, omaehtoinen uusiutuva energiantuotanto ja fossiilisiin polttoaineisiin perustuvan liikkumisen väheneminen ovat tekijöitä, joiden avulla maaseudulla tuotettuja kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää.

### 1.1.1. Tutkimuksen tavoitteet

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin ilmastonmuutoksen hillinnän näkökulmasta maaseudun, maatalouden ja koko ruokaketjun vaihtoehtoisia skenaarioita sekä niiden aiheuttamia vaikutuksia vuoteen 2030 ja soveltuvin osin vuoteen 2050 mennessä. Mahdollisia tulevaisuuden kehityskulkuja tarkastellaan kolmen skenaarion ja laajemman maaseutua kokonaisuutena tarkastelevan selvityksen avulla. Skenaarioissa keskitytään tarkastelemaan, minkälaisia muutoksia erilaiset toimenpiteet aiheuttavat maaseudulle, maataloudelle ja

tuotanto-kulutusketjulle. Lisäksi selvitetään päästövähennyspotentiaaleja sekä muutosten aiheuttamia vaikutuksia erilaisille maataloille ja koko ruokaketjulle.

Hankkeessa toteutettavan skenaaroinnin tavoitteet ovat seuraavat:

- Vuoteen 2030 saakka tehtävien skenaarioiden vaikutusarviointeihin käytetään kussakin skenaariossa mahdollisuuksien mukaan kvantitatiivisia vaikutusanalyyskejä tarkastelluista hillintätoimista maatilatasolta kansallisen tason vaikutuksiin.
- Maaseututarkastelun pääasiallisena tavoitteena on tuottaa maataloudellisia skenaarioita täydentävä ja tukeva laadullinen tulevaisuuskuva maaseudun kokonaisuudesta, josta käyvät ilmi keskeisimmät kehityskaaret liittyen energian käyttöön ja tuotantoon maaseudulla, maaseutuasumiseen, liikkumiseen maaseudulla ja yleensä vähähiilisyttä edistäviin innovaatioihin sekä teknologiaan maaseudulla. Maaseututarkastelu liitetään vain skenaarioihin 1 ja 3, koska skenaario 2 keskittyy ruokavalioiden muutosten vaikutusten tarkasteluun.
- Tarkastelu ottaa maataloudellisten skenaarioiden hiilitasetta laskiessaan huomioon sekä maatalouden harjoittamisen CO<sub>2</sub>-ekvivalenttitaseen, maatalouden energiankäytön, CO<sub>2</sub>-ekvivalenttitaseen että maankäytön muutoksen CO<sub>2</sub>-ekvivalenttitaseen. Yleisemmän maaseutukehityksen osalta tuotetaan laadullinen kokonaisnäkemys päästövähennyspotentiaalista energiankäytön, uusiutuvan energian, asumisen ja liikenteen osalta. Lisäksi tarkastellaan tulevaisuudessa mahdollisesti käyttöön otettavia vähähiili-innovaatioita.

On mahdollista, että päästövähennystavoitteet tulevina vuosina kiristyvät kansainvälisten sopimusten eläessä. Tämän vuoksi on myös syytä ennakoida keskeisiä muutoksia, vaihtoehtoja ja niiden vaikutuksia toimintaympäristössä, kansainvälisen ilmastopöytäkirjan muutoksen varalta. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan, miten toimintaympäristön muutos tai vaihtoehtoiset hillintätoimet toteutuisivat ja miten nämä muutokset (päästövähennystavoitteiden kiristyminen) vaikuttaisivat maatalouden tuotantoon, maaseutuun ja näissä kasvihuonekaasujen päästöihin.

Tässä tutkimuksessa skenaarioiden tarkoituksena on herättää keskustelua mahdollisista tulevaisuuspoluista ja erilaisista toimintaympäristöistä maataloudessa ja maaseudulla. Siirtyminen vähähiiliseen yhteiskuntaan edellyttää monipuolista energiantuotantorakennetta, jossa uusiutuvilla energialähteillä on oma roolinsa, samoin kuin uusilla hiilidioksidin talteenotto- ja varastointitekniikoilla eli CCS-tekniikoilla. Vähähiilisessä liikenteessä puolestaan biopolttoaineiden tarve on hyvin keskeinen. Myös rakennuksilla ja rakentamisella on merkitystä. Paikallisesti rakennuksista voidaan kehittää jopa energiaa tuottavia. Rakennusten energiatehokkuuden parannuspotentiaali on jo nykyteknologialla suuri, mutta haasteena on sen riittävän nopea toteuttaminen (Lehtilä ym. 2014).

Hankkeessa läpikäytävät ja siinä tuotettavat skenaariot havainnollistavat erilaisia mahdollisia tulevaisuuden kehityksiä, jotka eivät ole ennusteita, vaan mahdollisia tulevaisuuden kehityspolkuja. Mikään niistä ei välttämättä toteudu sellaisenaan, vaan tulevaisuus voi sisältää elementtejä eri skenaarioista. Skenaarioilla voidaan testata ilmasto- ja energiasstrategian asettamaa toimintasuunnitelmaa toimenpiteistä. Hankkeessa tuotetaan tietoa, jolla voidaan varautua tulevaisuuteen ottamalla huomioon erilaisten muutosvoimien radikaalimpiakin muutoksia. Hankkeen tulokset antavat mahdollisuuden keskustella laajasti toivottavan tulevaisuuden suunnasta maataloudessa ja yleisemmin maaseudulla.

### 1.1.2. Tarkasteltavien skenaarioiden tarkempi kuvaus

#### *Skenaario 1: Alkutuotanto ja maaseutu hillintätalkoisiin*

Tässä skenaariossa ruoan kulutus ja tuotanto (sekä peltoala) säilyvät suunnilleen nykytasollaan, mutta erilaisin viljelytoimenpitein. Samalla maankäyttöä optimoimalla pyritään minimoimaan CO<sub>2</sub>-ekvivalenttipäästöjä. Optimointiin sisältyy maatalousmaan muuttaminen hiilinieluksi ja bioenergian tuotanto osalla peltoalastaa. Keskeisiä toiminnallisia muutoksia ja hillintätoimenpiteitä ovat mm. eloperäisten maiden alan kasvun rajoittaminen, pellon raivauksen ja hankinnan sekä tilusjärjestelyiden ohjaus, eloperäis-

ten maiden ohjaus nurmelle, lannankäsittelyn muutokset, ruokinnan muutokset sekä laajamittainen bio-kaasutuotanto.

Työpaketissa kuvataan kaksi vaihtoehtoista skenaariota maatalouden tulevaisuudesta vuoteen 2030 ilmasto- ja energiapolitiikan näkökulmasta. Skenaariot on rakennettu siten, että ensin on tarkasteltu yhteiskunnan yleisiä muutosvoimia ja trendejä, joiden vaikutus on tarpeen huomioida maatalouden kehityksessä. Toinen osio skenaariosta on maatalouden kehityksen tarkastelu kahden skenaariopainotuksen osalta (alkutuotannon hillintäskenaario ja energiaa ruoan ohelle -skenaario). Tässä kiinnitetään erityisesti huomiota siihen, miten skenaariossa ennakoitavat pääasiassa julkisohjauksen muutokset sekä energia- että ilmastopoliitiikan kiristyminen vaikuttavat kehitykseen.

Työosion skenaarioissa on hyödynnetty meneillään olevien ”Poliittisten ohjauskeinojen arviointi ja kehittäminen luonnonvarojen kestävä hyödyntämisen edistämiseksi (POLKEVA)” ja ”Ilmasto- ja energiapolitiikan tulevaisuuden vaihtoehdot ja vaikutukset maatalouspoliittisen toimintaympäristön muutoksessa (ILVAMAP)” hankkeiden aineistoja ja alustavia tuloksia. Lisäksi on hyödynnetty ILVAMAP hankkeessa tehtyjä simulointeja tilatason vaikutuksista, joilla tarkastellaan tuotannon toiminnallisia muutoksia.

### *Osana skenaariota 1: Energiapanosten optimointi maataloudessa panos-tuotosanalyysillä*

Skenaarion vaikutusten tarkastelussa otetaan huomioon fossiilisen energiankäytön vähenemisen vaikutus tilatasolla ja maataloussektorilla. Energiatarkastelu perustuu Tilastokeskuksen panos-tuotosaineistoon maataloussektorilla. Tarkastelussa huomioidaan myös energian kulutuksen optimointi siten, että vaihtoehtotarkasteluissa eri energiansäästämistä ja -tehokkuutta edistävät toimet osoittavat, miten ja missä maataloustuotannon on mahdollista tarkasteltuja toimia toteuttaa. Esimerkiksi, hyödyntämällä nykyistä paremmin maataloustuotannossa syntyvä lanta ja muu orgaaninen aines voidaan vähentää väkilannoitteiden käyttöä ja siten alentaa energian kokonaispanosta.

### *Skenaario 2: Kuluttajakäyttötymisen muutos vähähiilisyteen kannustajana*

Tässä skenaariokokonaisuudessa tarkastellaan kuluttajien ruokavalion muutoksen vaikutusta ruokavaliosta aiheutuvaan ilmastovaikutukseen. Ilmastovaikutuksen lisäksi tarkastellaan ruokavalioiden terveellisyyttä vertaamalla niitä ravitsemussuosituksiin. Tarkastelussa ei oteta kantaa skenaarioiden toteuttamiskelpoisuuteen tai välillisiin vaikutuksiin, joita esimerkiksi taloudelliset vaikutukset voisivat aiheuttaa.

Ruokavalion muutosta on esitetty yhdeksi keskeiseksi keinoksi vähentää kulutuksen ilmastovaikutuksia. Eläintuotteiden, erityisesti naudanlihan, kuluttamisen vähentäminen ja kasvikasvien kulutuksen lisääminen on nähty keskeisiksi muutosvaatimuksiksi. Näillä muutoksilla on vaikutuksia myös ruokavalion terveellisyyteen. Jos ruokavaliosta tapahtuu merkittäviä muutoksia koko kansakunnan tasolla, on sillä väistämättä suuria vaikutuksia koko elintarviketuotantoon. Muutokset ovat sidoksissa ruokavalion sisällön lisäksi myös ruoantuotannon omavaraisuusasteeseen. Jos omavaraisuuteen ruoantuotannossa halutaan tulevaisuudessakin pyrkiä, alkutuotannon rakenne ja peltojen käytön jakauma tulee muuttumaan, samoin tuotantopanosten käyttö ja sen myötä myös viljelytekniikat. Näillä muutoksilla on vaikutuksensa myös alkutuotannon taloudelliseen tilanteeseen ja ympäristövaikutuksiin. Suomen elintarvikkeiden teollisesta tuotannosta suuri osa on sidoksissa eläintuotantoon. Ruokavaliomme muuttuessa vähemmän eläinkunnantuotteita sisältäväksi, johtaisi se elintarviketeollisuuden rakenteen radikaaliin muutokseen tai eläinperäisten elintarvikkeiden viennin lisääntymiseen ja kasvipäristöisten elintarvikkeiden tuonnin kasvuun. Kansakunnan tasolla tapahtuvalla ruokavalion muutoksella on suuria taloudellisia ja ekologisia vaikutuksia, jotka eivät rajaudu vain kotimaahan.

Ruokavalion muutos on sidoksissa myös energiankäyttöön. Eläin- ja kasvipäristöisten raaka-aineiden tuotanto, varastointi ja niihin perustuvien ruokien valmistus poikkeavat toisistaan ja ne kuluttavat myös energiaa eri tavalla. Viime aikoina on nostettu esille myös tuotanto-kulutus -ketjussa syntyvän hävikin ehkäiseminen yhtenä keinona vähentää ruoasta aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Yleisesti ottaen kuluttajat heittävätkin eläinperäisiä tuotteita hukkaan jonkin verran vähemmän kuin kasvipäristöisiä tuotteita. Toisaalta raaka-aineiden hyödyntämisen tehokkuus tuotantoketjussa on myös sidoksissa raaka-aineen alkuperään. Kasvipäristöiset sivuvirrat käytetään hyödyksi eläinten rehuiksi, kun taas eläinperäisten sivuvirtojen hyödyntämistä vaikeuttaa

tiukempi lainsäädäntö. Materiaalitehokkuus on kuitenkin erittäin keskeinen tekijä tuotannon taloudellisuuden ja ympäristövaikutusten synnyn kannalta.

### *Skenaario 3: Hillintätoimet käyttöön omavaraisuuden ja tasapainoisen maaseutukehityksen kustannuksella*

Tässä skenaariokokonaisuudessa Suomen maatalouden CO<sub>2</sub>-ekvivalenttipäästöjä vähennetään tinkimällä elintarvikeomavaraisuudesta. Ruoan kysyntä pysyy nykyisellään, eikä muutoksia eläinperäisten tuotteiden kysyntään oleteta tapahtuvan. Kotimaisen ruoantuotannon päästövähennyksen lisäksi skenaariossa tuotetaan arviolaskelmia siitä, minkä verran lisääntyvä ruoan tuonti aiheuttaisi lisää CO<sub>2</sub>-ekvivalenttipäästöjä siellä, missä ruoka tuotettaisiin. Kotimainen alkutuotanto vähenee sen mukaisesti kuin päästöjen 13 % vähennys olisi saavutettavissa yhteiskunnan kannalta hyväksyttävimmän. Tähän asti ilmastopolitiikan toteuttamisen tärkeänä periaatteena on ollut kotimaisen ruoantuotannon elinvoimaisuuden ja kilpailukyyn säilyttäminen (TEM 2013). On selvää, että kotimaista tuotantoa vähentämällä voitaisiin vähentää maataloussektorilla syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Sillä olisi kuitenkin vaikutuksia paitsi suomalaisen maatalouden myös elintarviketeollisuuteen ja sitä kautta talouteen laajemminkin. Lisäksi päästöt alkutuotannosta syntyisivät joka tapauksessa jossakin Suomen rajojen ulkopuolella, eläinkunnan tuotteiden kysynnän pysyessä nykyisellään.

Tässä skenaariossa tutkitaan vaihtoehtoa, jossa ruoan alkutuotantoa vähennettäisiin kaikilla tuotantosuunnilla ja peltoalaa metsitettäisiin. Tuotantoa vähennettäisiin sen verran kuin on tarpeen päästöjen vähentämiseksi; 13 % vuoden 2005 tasosta. Maataloussektorin päästöt vähenisivät välittömästi tuotannon vähennyttyä, samoin viljelysmaan päästöt maankäyttösektorilla. Metsitetyt pellot ovat hiilenlähteitä vielä 20 vuotta metsityksen jälkeen, mutta vähitellen muuttuvat päästölähteestä hiilinieluksi.

Maaseudun yleinen elinvoimaisuus puolestaan kärsisi maatalouden vähenemisen myötä, mikä heijastuisi kaikkinaisena taloudellisen aktiviteetin laskuna, mutta myös kasvihuonekaasupäästöjen alenemisena, sillä vaikutukset ulottuisivat mm. liikenteen ja asumisen päästöihin. Selvityksessä lasketaan päästövaikutukset maatalous- ja maankäyttösektoreille sekä vaikutukset työpaikkojen määriin maataloudessa ja elintarvikkeiden tuotannossa. Joidenkin tuotteiden kohdalla arvioidaan maahan tuotujen kotimaista tuotantoa korvaavien tuotteiden päästövaikutukset tuotantomaassa, käyttäen kyseisen maan raportoimia laskentamenetelmiä (United Nations 2015). Lopputuloksena saadaan laskettua päästöjen vähennykset Suomessa ja osa niiden sijaan syntyvistä päästöistä ulkomailla.

### *Vähähiilisen maaseudun tulevaisuus vuoteen 2030*

Tässä tarkastelussa maaseudulla elämisen ja asumisen hiilijalanjälkeen vaikutetaan mm. rakentamista ja liikumista koskevalla lainsäädännöllä ja kaavoituspolitiikalla. Maaseudulla asumisen ja elämisen hiilijalanjälkeä rajoitetaan antamalla määräyksiä asuinrakennusten energiatehokkuudesta.

Tarkastelussa arvioidaan liikenteen tarvetta ja kulkumuotojakaumaa. Samoin arvioidaan kaavoituspolitiikkaa ja yhdyskuntarakenteen tiivyyttä. Myös liikenteen sähköistäminen voi olla olennaista, samoin rakennusten oma energiantuotanto esim. aurinkosähköllä ja -lämmöllä. Tarkastelu perustuu ajankohtaisiin tutkimusraportteihin ja asiantuntijahaastatteluihin.

## Viitteet

- EU 2013. maankäyttöön, maankäytön muutokseen ja metsätalouteen liittyvistä toimista peräisin olevia kasvi-huonekaasujen päästöjä ja poistumia koskevista tilinpitosaännöistä ja toimiin liittyviä toimenpiteitä koskevasta tiedosta. Saatavilla: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:165:0080:0097:FI:PDF>
- Euroopan komissio 2011. Etenemissuunnitelma – siirtyminen kilpailukykyiseen vähähiiliseen talouteen vuonna 2050. Saatavilla: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:FI:PDF>
- EU Commission (2014) 2030 climate and energy goals for a competitive, secure and low-carbon EU economy. [http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/documentation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/documentation_en.htm) retrieved 28.4.2014
- Lehtilä, A., Koljonen, T., Airaksinen, M., Tuominen, P., Järvi, T., Laurikko, J., Similä, L ja Grandell, L. 2012. Low Carbon Finland 2050 –platform. Energiajärjestelmien kehityspolut kohti vähähiilistä yhteiskuntaa. Saatavilla: <http://www2.vtt.fi/inf/pdf/technology/2014/T165.pdf>
- MMM 2014. Maatalouden ilmasto-ohjelma - askeleita kohti ilmastoystävällistä ruokaa. Saatavana [http://www.mmm.fi/attachments/ruoka/CYI34DPvJ/Maatalouden\\_ilmasto\\_ohjelma\\_WEB\\_SIVUT.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/ruoka/CYI34DPvJ/Maatalouden_ilmasto_ohjelma_WEB_SIVUT.pdf)
- TEM 2013. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia – Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 20. päivänä maaliskuuta 2013 VNS 2/2013 vp. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja – Energia ja ilmasto – 8/2013. Saatavilla: [https://www.tem.fi/files/36730/Energia-\\_ja\\_ilmastostrategia\\_2013\\_SUOMENKIELINEN.pdf](https://www.tem.fi/files/36730/Energia-_ja_ilmastostrategia_2013_SUOMENKIELINEN.pdf) (21.10.2014)
- United Nations 2015. National Reports. Saatavilla: <http://unfccc.int/2860.php>

## 2. Alkutuotannon skenaariotarkastelut

Pasi Rikkinen ja Heidi Rintamäki

Kansallisen ilmastopolitiikan tavoitteet ja toteutus on kuvattu kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa (TEM 2013a). Maataloussektorille on kansallisesti asetettu 13 % päästövähennystavoite aikavälille 2005–2020. Suomessa maataloussektorin päästöjen odotetaan jonkin verran kasvavan (5,7 Mt CO<sub>2</sub> -ekv. vuoden 2035 5,9 Mt CO<sub>2</sub> -ekv.) vuoteen 2035 johtuen eläinten koon kasvusta, eläinten tuottavuuden kasvusta, mineraalilannoitteiden myynnin kasvusta sekä eloperäisten viljelymaiden määrän kasvusta (Regina ym. 2014). Maa- ja metsätalous sekä muu maankäyttö -sektorit kokonaisuudessaan ovat merkittävä osa ilmastonmuutoksen hillintäskenaarioita. Lisäksi maatalouden energiankäytön päästöt kohdentuvat energiasektorille, mutta niiden osuus on kokonaisuudessa pieni. Bioenergian laajamittainen käyttö ja kasvillisuuden hiilinielujen kasvattaminen ovat esimerkkejä sektorin päästöjen vähennyskeinoista.

Nykyisten tutkimustulosten valossa ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomen maatalouteen arvioidaan voittopuolisesti myönteisiksi, mikäli tarkastellaan ainoastaan sadontuotantopotentiaalin kehittymismahdollisuuksia. Toisaalta myös sellainen kehityskulku, jossa sadontuotantoedellytykset Suomessa heikkenisivät, on perusteltavissa, sillä ilmastonmuutokseen liittyy runsaasti epävarmuustekijöitä.

Harjoitetulla politiikalla voidaan vaikuttaa ilmastonmuutoksesta seuraaviin vaikutuksiin. Jos ilmastopolitiikan maataloudelle asettamia päästövähennystarpeita syystä tai toisesta lisätään tai muutetaan hyvin voimakkaasti, heikentäisi se erityisesti kotieläintuotannon toimintaedellytyksiä ja saattaisi johtaa muun muassa turvepeltojen viljelyn kieltämiseen. Ilmastotiekartta 2050 (TEM 2014) asettaa maa- ja metsätaloudelle tavoitteita sekä päästöjen hillintään että hiilinieluihin seuraavasti:

1. Suomi pyrkii hiilinielujen laskentasäännöissä ratkaisuihin, jotka ottavat huomioon oikeudenmukaisesti metsäisten maiden kansalliset olosuhteet ja erityispiirteet sekä turvaa Suomessa metsän kestävän käytön ja ekosysteemipalvelut sekä kannustaa uusiutumattomien luonnonvarojen korvaamisen uusiutuvilla luonnonvaroilla,
2. maatalouden toimet ilmastonmuutoksen hillinnässä suunnitellaan ja toteutetaan niin, etteivät ne vaaranna kotimaista maataloutta tai globaalia ruokaturvaa. Maataloudessa tavoitteena on vähentää nettopäästöjä suhteessa tuotettuun yksikköön (viljakilo, lihakilo, maitolitra) tarkastellen kokonaisvaltaisesti koko ruokaketjua,
3. maatalouteen kohdistuvan ilmastopolitiikan näkökulmaa tulisi laajentaa maataloussektorin lisäksi kattamaan LULUCF- ja energiasektoriin liittyvät ratkaisut, jolloin tilatasolla ilmastopolitiikassa tulisi pyrkiä maatalouden kokonaistarkasteluun sekä
4. parannetaan maatalojen energiaomavaraisuutta ja mahdollisuutta myydä uusiutuvaa energiaa ja hyödynnetään maatalousbiomassan ja jätteiden potentiaali energiantuotannossa.

Maatalouden ilmasto-ohjelmassa (MMM 2014) kahdeksan tärkeintä ruuantuotannon ja -kulutuksen ilmastonmuutokseen sopeutumista lisäävää ja/tai ilmastonmuutosta hillitsevää toimenpidettä ovat: 1) hiilen sitominen maaperään, 2) turvemaiden käyttöön liittyvät toimet, 3) kasvinjalostus, 4) kasvin- ja eläinterveys sekä haitallisten vieraslajien leviämisen estäminen, 5) lannankäsittely ja typpilannoituksen tarkentaminen, 6) energiatehokkuus sekä uusiutuvan energian tuotanto ja kulutus, 7) ruokahävikin vähentäminen koko ruokajärjestelmässä sekä 8) ruokavaliomuutokset kasvispainotteisempaan suuntaan.

## 2.1. Tarkastelun menetelmällinen lähestymistapa

Tässä työpaketissa kuvataan kaksi vaihtoehtoista skenaariota maatalouden tulevaisuudesta vuoteen 2030 ilmasto- ja energiapolitiikan näkökulmasta. Skenaariot on rakennettu siten, että ensin on tarkasteltu yhteiskunnan yleisiä muutosvoimia ja trendejä, joiden vaikutus on tarpeen huomioida maatalouden kehityksessä. Toinen osio skenaariosta on maatalouden kehityksen tarkastelu kahden skenaariopainotuksen osalta (alkutuotannon hillintäskenaario ja energiaa ruoan ohelle -skenaario). Tässä kiinnitetään erityisesti huomiota siihen, miten skenaariossa ennakoitujen pääasiassa julkisohjauksen muutokset sekä energia- että ilmastopoliitiikan kiristyessä vaikuttavat kehitykseen.

Määritelmällisesti skenaario on ajallisesti peräkkäisten, loogisesti etenevien ja perusteltavissa olevien mahdollisten tulevaisuuden tilojen sarja eli polku siitä, miksi ja miten nykyhetkestä päädytään johonkin tiettyyn tulevaisuuden tilaan. Skenaariosuunnittelu ei ole ennustamista vaan mahdollisten, vaihtoehtoisten tulevaisuuksien tunnistamista ja ennakoimista. Työosion skenaarioissa on hyödynnetty meneillään olevien ”Poliittisten ohjauskeinojen arviointi ja kehittäminen luonnonvarojen kestävä hyödyntämisen edistämiseksi (POLKEVA)” ja ”Ilmasto- ja energiapolitiikan tulevaisuuden vaihtoehdot ja vaikutukset maatalouspoliittisen toimintaympäristön muutoksessa (ILVAMAP)” hankkeiden aineistoja ja alustavia tuloksia. Lisäksi on hyödynnetty ILVAMAP hankkeessa tehtyjä simulointeja tilatason vaikutuksista, joilla tarkastellaan tuotannon toiminnallisia muutoksia.

### 2.1.1. Alkutuotannon yleinen kehitys:

Kehityksen pääasiallisena ajurina toimii EU:n energia- ja ilmastopoliitiikka sekä maatalous- ja maaseutupoliitiikat, joita tukee päästövähennyksiä tuottavan teknologian kehittyminen erityisesti lannankäsittelyteknologiassa. Yhteiskunnan taloudellinen tuki ilmastopäästöjen hillintään on lyhyellä ja pitkällä tähtäimellä nykyistä vahvempaa. Samanaikaisesti kasvihuonekaasupäästöjen voimakkaat rajoitustoimet yhteiskunnassa heikentävät yleisesti talouskasvua.

#### *Alkutuotannon megatrendit:*

Maa- ja elintarviketalouden toimintaympäristön muutokset johtuvat useista samanaikaisista ja osin ristikkäin vetävistä muutosvoimista ja trendeistä. Tulevaisuuden yksi keskeisimmistä megatrendeistä on fossiiliin polttoaineisiin ja muihin uusiutumattomiin luonnonvaroihin perustuvien energialähteiden ja materiaalien korvaaminen biopohjaisilla vaihtoehdoilla. Seuraavassa taulukossa 1 on listattu toimintaympäristön muutosvoimia ja trendejä tunnistamalla 1) poliittis-yhteiskunnallisten, 2) biomassan kysynnän ja tarjonnan 3) makrotaloudellisten, 4), teknologisten 5), luonnonympäristön 6) sosiodemografisten ja 7) arvojen muutosten vaikutuksia tulevaisuuteen.

**Taulukko 1.** Maatalouteen vaikuttavat yleiset toimintaympäristön muutosvoimat

	<b>Muutosvoima ja/tai trendi</b>
<b>Poliittis-yhteiskunnallinen muutos</b>	Maataloustuotteiden maailmankaupan vapautuminen
	Kansainvälisen ilmastosopimuksen eteneminen ja sitovuus globaalisti
	EU:n yhteisten politiikkojen (maatalous-, maaseutu-, ympäristö-, ilmasto- ja energiapolitiikat) muutokset
	EU:n tukien kokonaistaso maatalous-, maaseutu- ja aluekehitykseen
	EU-tukien tasossa tai muodossa tapahtuvien muutosten vaikutukset Suomen kansallisiin tukiin (mm. liittymissopimuksen artiklat 141 ja 142)
	Kehittyvien maiden demokratisoituminen ja talouskehitys
<b>Biomassan kysynnän ja tarjonnan muutos</b>	Elintarvikkeiden tuonti haastaa elintarvikeomavaraisuuden sekä huoltokyvyn
	Suomen elintarvikkeiden vienti
	Bioenergian tuotanto ja ruoantuotanto kilpailevat samoista niukoista resursseista
	Ruokavalioiden koostumuksen vaikutus siihen, mitä kannattaa tuottaa
	Varautumiskykyyn panostaminen lisääntyvässä toimintaympäristön ääri-ilmiöissä

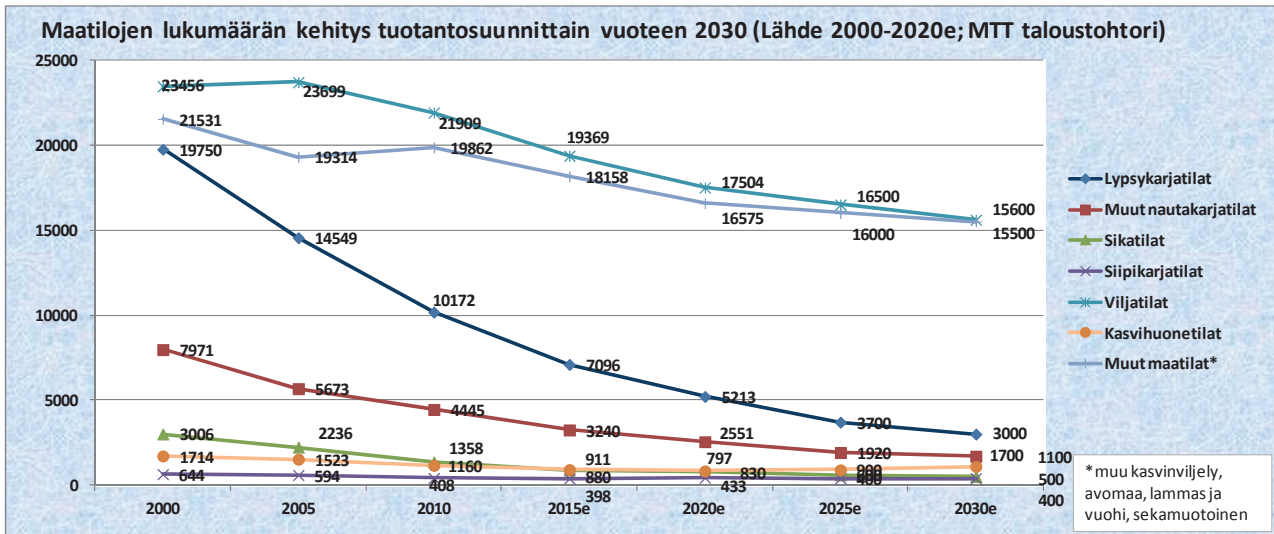


	Eri syistä johtuvat kysyntä- ja tarjontashokit edellyttävät ratkaisumalleja tuotannolta
<b>Makrotaloudellinen muutos</b>	Energian hinta ja saatavuus
	Reaalinen talouskasvu määrittää pitkälti kuluttajien ostovoiman kehityksen
	EU:n taluskriisin pitkän aikavälin vaikutukset
	Rajut hintavaihtelut, joissa erilaiset odotukset markkinanäkymistä ja spekulatio heiluttavat maatalous- ja elintarviketuotteiden hintoja kysynnän samanaikaisesti kasvaessa
	Ruoan strateginen merkitys vastavoimana kaupan vapautumiselle (protektionistinen käyttäytyminen)
	Ketjun eri osien kannattavuus niin kotimaassa kuin Euroopan tasolla
<b>Teknologinen muutos</b>	Bioteknologian, erityisesti genomiikan, tieto- ja viestintäteknologian sekä nanoteknologian lisääntyvä merkitys
	Funktionaaliset elintarvikkeet, nanoruoka, muuntogeeniset organismit, biomassan tuottaminen keino-olosuhteissa
	Täsmäviljely ja muut paikkatietosovellukset, reaaliaikainen informaatio ja automaatio tuotannonohjauksessa sekä uudet biomateriaalit ja -yhdisteet
	Teknologian yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys
<b>Luonnonympäristön muutos</b>	Ilmastonmuutoksen vaikutus Suomen maatalouden tuotantoedellytyksiin
	Maatalouden sopeutumisen edistäminen muuttuviin tuotanto-olosuhteisiin
	Maatalouden ravinnehuhtoumat ja agrobiodiversiteetti
	Maatalousluonnon monimuotoisuus, vieraslajit
	Makean veden varantojen hallinta ja maatalouden vedenkäyttö tulevaisuudessa
	Globaali ruokaturva eli ravinnon riittävyys, laatu ja turvallisuus
	Maatalouteen kohdistettavat hillintätoimenpiteet, jotka alentavat usein samalla myös maataloustuotannon määrää
<b>Sosiodemografinen muutos</b>	Vaikutukset elintarvikkeiden määrälliseen ja laadulliseen kysyntään
	Pitkällä aikavälillä ruoan maailmanmarkkinahintoja nostavat maailman väestön kasvu ja sen vaurastuminen
	Ruoan tarpeen ennakoitaan kasvavan peräti 70 % vuoteen 2050 mennessä (maailman väestö ylittää yhdeksän miljardin rajan)
	Koulutustaso, varallisuus ja väestön ikääntyminen länsimaissa vaikuttavat siihen, millaisia elintarvikkeita kysytään
	Aasian väkirikkaiden maiden elintason nousu johtaa lihan ja maitotuotteiden kulutuksen kasvuun
	Ruokavaliassa korostuvat ruoan terveyttä ja toimintakykyä edistävät ja säilyttävät tekijät
	Nutrigenomiikka että metabolomiikka avaavat aivan uusia näkökulmia ruoan sekä ihmisen terveyden ja hyvinvoinnin väliseen yhteyteen
<b>Arvojen muutos</b>	Ympäristön tila, eläinten hyvinvointi, ruoan terveellisyys, laatu ja alkuperä, ruokakulttuuri sekä maaseutu ovat tekijöitä, joihin liittyy monenlaisia, osin keskenään ristiriitaisia arvoja, jotka myös muokkaavat kulutustottumuksia
	Keskustelu ruoantuotantoa syrjäyttävän bioenergian tuotannon eettisyydestä vaikuttaa bioenergiatuotannon yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen.

### *Tulevaisuuspolku maatalouden kehityksestä*

Maatalouden rakennekehitys on edennyt nykyhetkestä lähes lineaarisesti vuoteen 2030. Vuoteen 2030 mennessä tilakoot kasvavat ja tilojen lukumäärä kokonaisuudessaan on noin 37 000, joista kotieläintiloja on alle viidennes (kuva 1). Tilojen määrän väheneminen ei kuitenkaan vaikuta merkittävästi maataloustuotan-

non kokonaismäärään eikä viljelyksessä olevaan peltoalaan. Ainoastaan kasvihuonetilat toipuvat 2010-luvun notkahduksesta tilamäärässä ja niiden määrä nousee 2020-luvulla jonkin verran tuotteiden kysynnän lisääntyessä. Kokonaisuudessaan tuotanto keskittyy alueellisesti yhä enemmän. Samanaikaisesti tapahtuu myös polarisoitumista vahvasti kasvuun investoiviin teollistuneisiin, monialaistaviin sekä sivutoimisiin maataloihin. Siten keskimääräinen vuotuinen poistumamaatilojen lukumäärässä on 3 % ja kotieläintilojen lukumäärässä 5 %. Suuri osa lopettaneista kotieläintiloista jatkaa kasvinviljelytilana. Näin ollen vuonna 2020 lypsykarjatilojen lukumäärä on noin 5200 ja vuonna 2030 lukumäärä noin 3000. Viljanviljelytilojen lukumäärä vuonna 2020 on noin 17500 ja vuonna 2030 niiden lukumäärä noin 15000 tilaa. Monialaisten maatilojen suhteellinen osuus kaikista maataloista kasvaa, kun tilamäärä kokonaisuudessaan alenee.



**Kuva 1.** Arvio maatilojen lukumäärän kehityksestä vuoteen 2030 (Lähde 2000-2020e; Luke 2015, 2020e-2030e; arvio)

## 2.2. Skenaario ”Alkutuotanto hillintätalkoisiin”

### 2.2.1. Taustoitus, skenaarion yleiskuvaus

Alkutuotanto hillintätalkoisiin -skenaariossa ruoan kulutus ja tuotanto sekä peltoala säilyvät suunnilleen nykytasolla. Erilaisin tuotanto- ja viljelytoimenpitein sekä maankäyttöä optimoimalla pyritään minimoimaan khk-päästöt. Lisäksi tähän sisältyy maatalousmaan muuttaminen hiilinieluksi ja bioenergian tuotanto osalla peltoalaa. Keskeisiä toiminnallisia muutoksia ja hillintätoimenpiteitä ovat mm. eloperäisten maiden alan kasvun rajoittaminen, pellon raivauksen ja pellon hankinnan sekä tilusjärjestelyiden ohjaus, eloperäisten maiden ohjaus nurmelle, lannankäsittelyn muutokset, ruokinnan muutokset sekä erilaiset fossiilisia polttoaineita säästävät keinot (esim. viljan kuivauksesta tinkiminen).

### 2.2.2. Skenaarion tarkempi kuvaus

Maataloudessa kasvihuonekaasupäästöjen voimakkaat rajoitustoimet vaikuttavat erityisesti kotieläintuotannon toimintaedellytyksiin. Se tarkoittaa kotieläintiloilla toiminnallisia muutoksia ja siten myös kustannuksia tuotantojärjestelyissä. Lisäksi kasvinviljelytilojen ja kotieläintilojen yhteistyömalleilla kehitetään ratkaisuja mm. eloperäisten maiden monivuotiseen nurmenviljelyyn. Ilmastonmuutoksen hillitsemis- ja sopeuttamiskeinot nostavat energian hintaa, jonka tuotannossa uusiutuvan energian osuus jossain määrin nousee. EU:ssa siirrytään kohti kansallisen tason tukia, joissa ohjaavana jakokriteerinä ovat mitattavat, ohjeelliset ilmastovaikutukset. Suomessa näkyy muiden länsimaiden tapaan osittain pakon sanelema kulutus-trendi kohti ekologisempaa ruokavaliota, jota ohjataan veroluonteisesti.

Eloperäisten maiden viljelyn ohjaus tiukentuu vuodesta 2021 eteenpäin, uuden EU:n yhteisen maatalouspolitiikan ohjelmakauden alkaessa. Samanaikaisesti maatalouspolitiikan kanssa harmonisoidaan EU:n energia- ja ilmastopolitiikkaa, jossa maataloudelle toteutetaan oma raportointisektori huomioimaan maatalouden, maankäytön-, maankäytön muutosten ja metsätalouden sekä energiantuotannon ja -kulutuksen päästöt ja hiilinielut. Oma raportointisektori otetaan käyttöön vuonna 2025, jotta se sallisi laajemmat kannustimet ilmastoystävälliselle maataloudelle kuin aikaisemmassa sektorijaossa.

Maaseudun kehittämisohjelman mukaisia toimenpiteitä kuluvalle agendakaudella otetaan laajasti käyttöön suunnitellulla tavalla ja vahvistaen niitä kahden agendakauden kuluessa. Ilmastonmuutoksen hillintää lisäävinä toimenpiteinä ovat maatalouden investointituki säätösalaajitukseen sekä uusiutuvan energian ja lannankäsittelyn investointituki. Lisäksi ympäristötukijärjestelmässä tuetaan nykypolitiikan mukaisesti liete-lannan sijoittamista peltoon, ravinteiden ja orgaanisten aineiden kierrättämistä, orgaanisen katteen käyttöä, luomutuotantoa ja pellon vesitalouden hallintaa. Monivuotisia ympäristönhoitonurmia sekä peltojen talviaikaista kasvipeitteisyyttä tuetaan nykyistä vahvemmin.

Ilmastonmuutoksen hillintätoimet johtavat sekä kotieläin- että kasvintuotannon maltilliseen alenemiseen Suomessa. Tuotannon pieneneminen näkyy vahvemmin kotieläintuotannossa, sillä kotieläintuotantoa vähentävät paitsi ilmastonmuutoksen negatiiviset vaikutukset tuotantoedellytyksiin myös kasvihuonekaasupäästöjen merkittävään vähentämiseen tähtäävä ilmastopolitiikka ja kotimarkkinoiden lihankysynnän aleneminen. Ilmastonmuutoksen vuoksi pyritään tuottamaan riittävästi edullista energiaa ilman haitallisia ympäristö- tai ilmastovaikutuksia. Tästä syystä energiantuotanto nojaa ydinvoimaan, mutta bioenergian ja muun uusiutuvan energian pientuotanto kehittyy merkittävästi vuoteen 2030 mennessä.

Tilakoon kasvu on kuitenkin aiheuttanut peltojen etäisyyksien kasvua, jota varten julkinen ohjaus on keskittynyt ratkaisemaan kasvavien tilojen tiluksien sijainnin optimointia. Ruoantuotannon kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi eloperäisten maiden alan kasvua on rajoitettu pellon raivauskiellon sekä pellon hankinnan ja tilusjärjestelyiden ohjauksen avulla. Tilat, joilla on eloperäisiä maita, veloitetaan laittamaan ne pääsääntöisesti monivuotisille nurmille. Kotieläintilojen ruokintaa on tarkennettu päästövähennysten aikaansaamiseksi. Lannankäsittelytekniikat ovat monipuolistuneet ja yleistyneet maatilojen käytössä. Maatilakokoluokan biokaasutuotanto on laajentunut kohdennettumman investointituen ansiosta.

Eloperäisten maiden raivauskielto pelloksi on astunut voimaan vuonna 2023, joka on aiheuttanut vielä 2010-luvun lopulla samanlaisen raivaussysäyksen kuin 2000-luvun alkuvuosina (vuosina 2000–2009 raivattiin noin 95000 hehtaaria uutta peltoa, joista noin 30 % on turvemaita (Niskanen ja Lehtonen 2014)). Eloperäisten maiden kokonaismäärä on kuitenkin noussut lähelle 350 000 hehtaaria vuonna 2030. Ohjaustoimilla nurmenviljely eloperäisillä peltopinta-aloilla on lisääntynyt 2010-luvun alun 145 000 hehtaarista 320 000 hehtaariin. Osassa Itä- ja Pohjois-Suomea tapahtunut peltojen metsittäminen on rajoittanut eloperäisten viljelymaiden kokonaiskasvua. Nurmenviljelyyn ohjaaminen on pakottanut kasvi- ja kotieläintiloja etsimään paikallistasolla toimivia yhteistyömuotoja. Lisäksi 2020-luvulla toteutetaan laaja, maakunnallinen tilusjärjestelyohjelma, joka koskee pääasiassa C2-aluetta. Kiinteistörakenteen järkevöittämisellä vähennetään tilan sisäistä logistiikkaa ja siten fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Samalla aktiiviviljelijän lisäpellonhankintaa on ohjattu pellon etuosto-oikeudella rajanaapureiden myyntiin tulevilla mailla sekä myyjiä on kannustettu pellon myyntiin myyntivoittoverotuksen kevennyksellä. Pellonvuokrauksen keskimääräinen sopimuskausi on myös pidentynyt maanvuokralain päivityksillä. Peltomaata on monivuotisen nurmen lisäksi valjastettu hiilensidontaan puuperäisen biohiilen lisäämisellä maaperään. Tutkimusten mukaan jokainen peltoon laitettu kilo puuperäistä biohiiltä sitoo laskennallisesti hiiltä noin kolme kiloa hiilidioksidiekvivalenttia (Tiilikka-la 2014). Maahan siirrettynä biohiili muodostaa siten pitkäkestoisen hiilinielun, mikä vähentää kasvihuonekaasujen syntymistä.

Maatilakokoluokan biokaasulaitokset lisääntyvät, kun uusiutuvan energian pientuotannon tukijärjestelmää on uusittu. Järjestelmässä on huomioitu tuotantokapasiteetin nostamistavoitteet pitkän aikavälin syöttötariffijärjestelmän käyttöönotolla energian pientuotannossa sekä kertaluonteisten investointitukien vakiinnuttamisella. Maatilakokoluokan biokaasulaitoksia on vuonna 2030 kymmenkertainen määrä vuoden 2013 tasosta. Niiden kokoluokka vaihtelee yksittäisistä noin 120 lypsylehmän maitotiloista monen tilan muodostamiin, suuremman kapasiteetin keskitettyihin biokaasulaitoksiin, jossa erityisesti lämpöä voidaan

myydä paikalliseen lämpöverkkoon. Myös haketta käyttävät maatilakokoluokan CHP-laitokset ovat yleistyneet erityisesti Itä- ja Pohjois-Suomessa.

## 2.3. ”Energiaa ruoan ohelle”-skenaario

Suomen energian loppukäytön säästötavoitteeksi on asetettu 37 TWh vuoteen 2020 mennessä. Tällöin kokonaisenergian kulutus vuonna 2020 olisi 310 terawattituntia. Vuoteen 2050 mennessä energian loppukäyttöä on tarkoitus tehostaa vähintään kolmanneksella vuoden 2020 tasosta (207 TWh). (TEM 2013a) Suomessa liikennepolttoaineiden kokonaiskulutus vuonna 2012 oli noin 46 TWh (3968 ktoe), josta nestemäisten biopolttoaineiden osuus oli 6 % ja metaanin (maakaasu) osuus oli 0,1 %. Tavoitteena on puolittaa vuoteen 2030 mennessä tavanomaisia liikennepolttoaineita käyttävien autojen määrä ja poistaa ne käytöstä asteittain vuoteen 2050 mennessä. Kaikki uudet rekisteröitävät henkilöautot tulisi olla vuonna 2030 vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöön soveltuvia. Raskaassa liikenteessä nestemäisten toisen sukupolven ja kaasumaisten biopolttoaineiden osuus vuonna 2050 tulisi olla vähintään 70 %, samoin kuin sähkön osuuden kaupunkien bussi- ja jakeluliikenteessä. (LVM 2013)

Maataloudessa energiaa voidaan tuottaa peltobiomassoista tai maatalouden ohessa syntyvistä raaka-aineista kuten lannasta ja tuotannon muista sivuvirroista. Maatiloilla on lisäksi potentiaalia tuottaa aurinko- ja tuulivoimaa sekä maalämpöä. Nykyinen maatalouden peltobioenergian maksimipotentiaali on noin 22 TWh, josta lannan osuus on 9 %, oljen 36 % ja loppu 55 % käsittää bioenergiakasvien potentiaalin (mm. ruokohelpi). Nykyinen metsäenergiapotentiaali on noin 110 TWh, josta on käytössä tällä hetkellä noin 80 TWh. Näin ollen peltobioenergian ja käyttämättömän metsäenergiapotentiaali on yhteensä noin 52 TWh. (Mikkola 2012)

Energialoudellisesti peltoenergian tuottaminen on kannattavaa. Puuenergian tuottaminen on kuitenkin peltokasveja huomattavasti energiatehokkaampaa sekä metsässä että pellolla. Metsitetyn pellon energiasuhde on peltokasveihin verrattuna 9 – 11 kertaa suurempi (mm. hybridihaapa ja rauduskoivu). (Mikkola 2012)

### 2.3.1. Taustoitus, skenaarion yleiskuvaus

Energian tuottaminen ruoan ohella siirtyy politiikan keskiöön ja muutoshalukkuus on hyvin voimakasta. Keinovalikoima on runsas, mutta laajasti kohdennettu. Kehityksen pääasiallisena ajurina toimii monipuolinen yrittäjyys ja teknologiaa halutaan kehittää uusiutuvan energian näkökulmasta. Teknologian kehitystä halutaan tukea taloudellisesti yhteiskunnan tasolta selvästi nykyistä enemmän lyhyellä tähtäimellä, jotta teknologia edullistuisi. Edullisemmän teknologian myötä yhteiskunnan taloudellisen tuen tarve vähenee pidemmällä tähtäimellä.

Uusiutuvaan energiaan ja biomateriaalien kestävään kiertoon liittyvän tekniikan kehittyminen mahdollistaa ilmastonmuutoksen vaikutusten hallintaa ja hillintätoimenpiteitä. EU:n ilmasto-, energia- ja ympäristöpolitiikka toimii läpäisyperiaatteella kaikessa maataloutta ja maaseutua koskevassa päätöksenteossa. Arvoina korostuvat ympäristötietoisuus, kierrätettävyys, uusiutuvien ja lähellä tuotetun energian tuoma riippumattomuus, energian säästäminen ja negatiivisten ympäristövaikutusten minimoiminen. Vihreän talouden arvostus on korostunut.

Uusiutuvan energian kasvu energiantuotannossa on 9,5 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä (osuus Suomen energiankulutuksesta olisi 38 %). Kesannolla olevaa maata valjastetaan muun maa-alan kanssa yhteensä 400 000ha peltopohjaiseen biomassatuotantoon (esim. ruokohelpi, nurmi, korjuutähteet). Lisäksi toisen sukupolven nestemäisten liikennebiopolttoaineiden raaka-aineeksi valjastetaan lisämaata niukkakasvuisista ja karuista maa-aloista. Maatilakokoluokan biokaasulaitokset sekä maatilojen yhteiset laitokset yleistyvät. Maatilarakennuksia valjastetaan hybridijärjestelmillä lämmön- ja sähköntuotantoa varten (biokaasu + hake + lämpöpumput + aurinko jne. ratkaisut). Maatilojen konekanta valjastetaan biopolttoainekäyttöisiksi (biokaasu, biodiesel).

Bioenergiatuki kytketään päästökaupan hintatasoon. Peltomaan- ja metsänomistajille tarjotaan hiilen-sidontakorvauksia. Biokaasutukseen, eloperäisillä mailla, kasvatettua monivuotista nurmea varten muodos-

tetaan tuki. Pientuottajien uusiutuvaan energiaan perustuva sähköntuotanto laitetaan ostovelvoitteen piiriin ja ylijäämä sähkö nettolaskutukselle. Samalla pientuottajilla on mahdollisuus saada sähkön syöttötariffi uusiutuvaan energiaan perustuvasta sähköntuotannosta. Investointitukea nostetaan biokaasu-, aurinko-, tuuli-, vesi- ja maalämpöinvestoinneissa. Biopohjaisten polttoaineiden kysynnän vahvistumiseksi luodaan esimerkiksi biopolttoaineiden alv-huojennus. Uusiutuvan energian kasvuyrityksille tarjotaan verohuojennuksia pääomasijoituksille. Näillä toimilla halutaan nostaa energiaomavaraisuutta.

### 2.3.2. Skenaarion toteutumisen edellytykset

Bioenergia on keskeinen osa Suomen tulevaisuuden energiaratkaisuja. Maatalouden biomassojen merkitys energian ja liikennepolttoainetuotannon raaka-aineena kasvaa. Kehityksen ovat mahdollistaneet regulaation muutokset ja teknologian kehittyminen ja edullistuminen.

#### *Regulaatiomuutokset*

Hajautetun pienenergiatuotannon valjastaminen ja samalla maatalouden potentiaalisen uusiutuvan energian hyödyntäminen vaatii suuria muutoksia olemassa olevaan regulaatioon. Muutoksia regulaatioon tarvitaan, jotta uuden liiketoiminnan syntyminen olisi selkeämpää, helpompaa ja kannattavampaa. Tilanne lähti käyntiin vuonna 2015, jolloin tehtiin suuria muutoksia olemassa olevaan regulaatioon. Seuraavassa on kuvattu suurimmat regulaatiomuutokset.

**”Yhden luukun periaate”.** Käyttäjälähtöinen sähköinen asiointipalvelu, jonka avulla ihmiset voivat yhden verkkolomakkeen avulla hoitaa kaikki tarvittavat lupa- ja tukiasiat (lähienergiaprojektit). Sähköisen palvelun kautta tieto menee eri viranomaisille ja verkkoyhtiöille. Mallia voi ottaa vaikkapa [www.palkka.fi](http://www.palkka.fi) -palvelusta, jonka kautta kotitaloustyönantaja voi lähettää kaikki tiedot ja maksut helposti työntekijälle, verottajalle, eläkevakuutusyhtiölle sekä Kelalle.

**Verkkoon kytkentä.** Annetaan kaikkia verkkoyhtiöitä velvoittava selkeä ohjeistus, jonka mukaan verkkoon kytkentä on toteutettava kuluttajan ja yrittäjän näkökulmasta automaattisena, helppona ilmoitusasiana sähköisen asiointipalvelun kautta.

**Pientuotantoratkaisujen rakennus- ja toimenpidelupakäytännöt.** Annetaan kaikkia kuntia ja lupaviranomaisia velvoittava selkeä ohjeistus, jossa määritellään selkeästi milloin lupaa ei tarvita ja milloin tarvitaan mikäkin lupa, sekä missä ajassa lupa pitää käsitellä. Luvan hakeminen tehdään helpoksi asiakkaille sähköisen asiointipalvelun kautta

**Nettolaskutusjärjestelmä.** Otetaan käyttöön nettolaskutusjärjestelmä, jossa sähkön pientuotannosta (esim. alle 1 000 kVA) syntyvä ylijäämä hyvitetään pientuottajille vuositasolla sähkölaskussa niin, että hyvitys kattaa myös sähkönsiirtomaksut ja verot.

**Biokaasun syöttötariffijärjestelmä.** Nykyisen investointituen lisäksi maksettava syöttötariffi, joka muutetaan koskemaan alle 100kVA kokoluokan laitoksia. Syöttötariffijärjestelmään pääsemisen edellytyksiksi määritellään biokaasulaitosinvestoinnin suunnittelu yhdessä asiantuntijoiden kanssa ja muun paikallisen biomassatarjonnan huomioon ottaminen.

**Lannankäsittelyn investointituki.** Maatilyrityksille suunnattu investointituki, jossa hallinnon hyväksymälle ja määrittelemälle parhaalle käytettävissä olevalle tekniikalle myönnetään investointituki. Tarkoituksena on kannustaa viljelijöitä investoimaan uusimpaan ja tehokkaampaan päästövähennysteknologiaan.

**Investointituki- tai hankerahoituspäätöksen suhde organisaatiomuotoon.** Investointituki- tai hankerahoituspäätöksiä ei enää tehdä yhteisöjen organisoitumismuodon perusteella, vaan kannattavuuslaskelmien ja hyötyjen kokonaisarvioinnin perusteella. Sillä ei pidä olla väliä, onko hakija ky, oy, ry, osuuskunta vai säätiö.

**Rahoitus.** Perustetaan puhtaan energian rahasto tai rahoitusmalli, joka auttaa lähienergiainvestointien toteutusta kärsivällisillä tuotto-odotuksilla. Näin kansalaiset ja vastuulliset yritykset voivat saada lähienergiaprojektien rahoittamisesta paremman mielen ja koron kuin pankkitalletuksista. Osviittaa voi ottaa vaikkapa Ison-Britannian Green Deal -rahoitusmallista & KFW Saksan mallista.

**Kaavoitus.** Kaavoituksen pohjalle laaditaan aina energiatehokkuus- ja uusiutuvan energian selvitykset. Samoin menetellään myös täydennysrakennus ja muissa kaavamutoshankkeissa. (Asuinalue- ja kortteli-

kohtaisten hybridienenergiaratkaisujen, joissa yhdistyy energiatehokkuus sekä useampi uusiutuvan energian teknologia, on vaikea toteuttaa nykyisin koska niitä ei ole huomioitu kaavoituksessa.)

### *Biokaasun tankkausasemaverkosto 2030*

Paikallisesti tuotetun biokaasun merkitys kasvaa. Tankkausasemaverkosto tavoittaa valtaosan suomalaisista ja tarjoaa kattavan infrastruktuurin kaasujoneuvojen liikennöintiin ympäri Suomen. Kiinteiden tankkausasemien verkostoa ja kaasuautojen käytettävyyttä lisäävät liikuteltavat kaupallisessa ja yksityisessä käytössä olevat tankkausasemat. Biokaasu on merkittävä liikennepolttoaine julkisen liikenteen, ammattiliikenteen yritysten sekä yksityishenkilöiden käytössä. Kotimaisen biokaasun osuus koko liikennekaasumarkkinoista on 70 %. Kotimaisen liikennebiokaasun tuotantoketju sekä biokaasuteknologian laitevalmistus ja vienti tuovat työpaikkoja Suomeen ja ovat tärkeä osa Suomen cleantech-alan osaamista.

### *Teknologiset muutokset 2030*

**Separointi.** Biokaasulaitosten mädätysjäännökset on hyödyllistä separoida. Fosforin erotukseen ja kuivajakeen kuiva-ainepitoisuuden maksimointiin sekä nestejakeen kasveille käyttökelpoisen N:P:K-suhteen aikaansaamiseksi **dekanterilingot** ovat kehittyneet erityisesti vastaamaan maatilakokoluokan tarpeita. Teknisten ratkaisuiden sekä kysynnän kasvun myötä niiden hinnat ovat alentuneet huomattavasti.

**Neste- ja kuivajakeen jatkojalostus.** Biokaasulaitosten mädätysjäännösten tehokkaan separoinnin ansiosta on maatiloilla käytössä arvokkaita ravinteita kiinteässä että nestemäisessä muodossa. Nestejakeen tilat käyttävät pääsääntöisesti itse lannoitteena. Jäljelle jäävä kuiva-ainejae myydään tilan ulkopuolelle, suuremman fosforipitoisuutensa takia, jatkojalostukseen. Kuiva-ainejae voidaan jatkojalostaa esimerkiksi pyrolyysi prosessissa, jossa raaka-ainetta kuumennetaan suljetussa, hapettomassa tilassa. Tällöin orgaaninen materiaali ei pala ja lopputuotteessa on paljon stabiilia orgaanista ainesta, jota voidaan käyttää esimerkiksi maanparannusaineeksi. Pyrolyysi prosessissa saadaan lisää energiasisällöstä käyttöön (biokaasun lisäksi) ja lopputuote sisältää myös ravinteita orgaanisen aineen lisäksi, erityisesti fosforia. Tilat voivat myydä nestejakeen tilan ulkopuolelle jatkojalostettavaksi. Nestejake väkevöidään ostajan tarpeiden mukaan esimerkiksi metsäteollisuuden jätevedenpuhdistamoita varten tai väkilannoitteen omaiseksi tuotteeksi maatalouden tarpeisiin. Jalostustekniikat kehittyvät entisestään, ja tarjoavat laajan kirjon erilaisia nestejakeen jatkojalostusmahdollisuuksia teollisuuden ja maatalouden tarpeisiin. (Suullinen tiedonanto Sari Luostari-nen)

**Biokaasun jalostus liikenteen biokaasuksi.** Raakabiokaasun puhdistustekniikat ovat edullistuneet ja tulleet kannattaviksi maatilakokoluokan käytössä. Erityisesti membraani kalvopuhdistusteknologian käyttö on laajaa. Teknologia vaatii vähemmän sekä kemikaalien että energian käyttöä.

### 2.3.3. Skenaarion tarkempi kuvaus

Samalla kun yhteiskunta on halunnut viedä Suomea energiaomavaraisemmaksi hajautetumman ja bioenergiavaltaisemman energiantuotannon kautta, ovat maanviljelijät saaneet uuden tavan luoda liiketoimintaa aiemmin jätteinä pidettyjen maatalouden sivuvirtojen muuntamisella energiaksi ja lannoitteeksi. Riittävän ansiotason turvaamiseksi ovat maanviljelijät pyrkineet hajauttamaan ansioidensa koostumusta yhä monipuolisemmaksi.

Yksi näistä uusiutuvan energian liiketoimintamalleista on ollut biokaasutuotanto maatilamittakokoluokassa ja maatalouden residuaaleista, minkä ovat mahdollistaneet maatilakokoluokan biokaasulaitoksille maksettava syöttötariffi ja kulutuskysynnän muutos. Kasvaneet tilakoot sekä regulaation muutokset energian tuotannossa ja jakelussa ovat mahdollistaneet biokaasun laajamittaisemman hajautetun pientuotannon. Biokaasua tuotetaan lämmöksi ja sähköksi sekä liikenteen polttoaineeksi. Maatalouden residuaaleja käyttäviä biokaasulaitoksia on vuonna 2030 yhteensä noin 250. Niiden kokoluokka vaihtelee yli 120 lypsylehmän maitotiloista usean tilan muodostamiin, suuremman kapasiteetin keskitettyihin biokaasulaitoksiin. Myös haketta käyttävät maatilakokoluokan CHP-laitokset ovat yleistyneet erityisesti Itä- ja Pohjois-Suomessa.

Rakennemuutoksesta seurannut tilakokojen kasvu on aiheuttanut peltojen etäisyyksien pidentymistä, jota varten julkinen ohjaus on keskittynyt ratkaisemaan kasvavien tilojen tiluksien sijainnin optimointia. Ruuantuotannon kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi eloperäisten maiden alan kasvua on rajoitettu pellon raivauskiellon sekä pellon hankinnan että tilusjärjestelyiden ohjauksen avulla. Nurmien viljelyä eloperäisillä mailla on lisätty. Monivuotisia ympäristönhoitonurmia sekä peltojen talviaikaista kasvipeitteisyyttä tuetaan. Nautakarjatilat ovat luopuneet kokonaan viljanviljelystä ja keskittyvät tehokkaaseen nurmen viljelyyn. Väkirehut ostetaan sopimustuotantona suoraan lähialueiden viljanviljelyyn erikoistuneilta tiloilta ja vain täydennyskomponentit hankitaan rehuteollisuudelta. Nurmipeltojen viljelykiertoa toteutetaan tarvittaessa urakoitsijan toimesta tai sopimusviljelynä. Lisääntynyt nurmentuotanto käytetään raaka-aineena biokaasulaitoksissa sekä siitä valmistetaan pusertamalla rehua liemiruokintaan, kuiva-aine käytetään biokaasulaitoksissa.

Lannankäsittelylle myönnettävä investointituki on mahdollistanut kotieläintiloja investoimaan tehokkaampaan lannankäsittelyteknologiaan. Lantaketju huomioidaan maatilalla kokonaisuutena. Tilat toimittavat separoitua kuiva-ainetta biokaasulaitoksiin ja nestejätettä jatkojalostettavaksi teollisuuden ja maatalouden tarpeisiin. Biokaasutuksesta syntyvän mädätysjäätännöksen jalostaminen on tullut kannattavaksi liiketoiminnaksi. Maatilat separoivat itse tai urakoitsijaa apuna käyttäen syntyneen mädätysjäätännöksen pääosin dekantterilingoilla. Saatu kuiva-aine käytetään pääsääntöisesti tilalla lannoitteena ja nestejäte toimitetaan eteenpäin jatkojalostettavaksi teollisuuden ja maatalouden tarpeisiin.

Maatilat kasvattavat huonokuntoisemmilla viljelysmaillaan pienpuuta, jonka he myyvät hakekeskuksiin ja toisen sukupolven nestemäisten biopolttoaineiden tuotantoa varten. Näin tilat voivat hyödyntää muutoin vajaakäyttöiset maa-alat taloudellisemmin. Maatilat ovat pääsääntöisesti asentaneet tilan tuotantorakennusten katoille aurinkopaneeleita, joilla katetaan osa tilan tarvitsemasta sähköstä.

#### *Maatilat vuonna 2030:*

Maatilat tuottavat ruoan ohella eri tavoin bioenergiaa. Raaka-aine pohjana käytetään alueellisia luonnollisia raaka-aineita, jotka eivät kilpaile ruoantuotannon kanssa, näitä ovat mm. lanta, nurmi, olki ja pienpuu. Seuraavassa on esitetty muutamia esimerkkejä maatioista vuonna 2030. Niiden valitsemat liiketoimintamuodot eroavat toisistaan maatiilojen sijainnin, tuotantosuunnan ja koon vuoksi.

#### *Suuret tilat harvaan asutulla maaseudulla*

Suuret lypsykarjatilat, jotka sijaitsevat harvaan asutulla maaseudulla ovat investoineet biokaasulaitokseen ja tuottavat biokaasulla CHP-yksikön kautta sähköä ja lämpöä. Biokaasulaitos ja CHP-yksikkö on mitoitettu kattamaan tilan lantamäärän että nurmista tulevan biomassan. Sähkön he käyttävät itse ja laittavat ylimääräisen verkkoon. Lämmön hyötykäyttöä varten he ovat rakentaneet kasvihuoneita, joissa viljellään lämpöintensiivisiä kasveja, kuten tomaatteja, yrttejä ja tulppaneja. Lisälämpöä tilat tuottavat maalämmöllä tai hakkeella. Mädätysjäätännös separoidaan dekantterilingolla ja kuiva-ainetta myydään jatkojalostettavaksi, nestejäte käytetään tilalla lannoitteena. Raaka-aineena nämä suuret tilat käyttävät tilalla syntyvää lietelantaa, hukkapaaletta, nurmisatoja, jotka eivät kilpaile rehustuksen kanssa sekä kasvihuoneista syntyvää biomassaa. Tila itse ei tuota viljaa, vaan tarvittavat väkirehut ostetaan sopimustuotantona alueen viljelijältä. Maatiilojen konekantaa valjastetaan biopolttoainekäyttöisiksi (biokaasu, biodiesel).

Kasvihuonetuotanto mahdollistaa CHP-laitoksesta syntyvän lämmön kokonaiskäytön, jolloin lämpöä ei tarvitse hukata. Kasvihuonetuotanto tuo lisätuloja tilalle. Tila tuottaa oman energiansa ja ylimääräinen sähkö laitetaan verkkoon, jolloin tilalle muodostuu tätä kautta säästöjä ja tuloja. Lannan ja mädätysjäätännöksen prosessointi ja käyttö lannoitteena vähentävät ostolannoitteiden tarpeen lähes kokonaan. Samalla lannanvarastointiongelmat pienenevät. Mädätysjäätännöksen myymisestä saadaan tilalle myös lisätuloja.

#### *Suuret tilat pääteiden lähetyillä*

Suuret lypsykarjatilat, jotka sijaitsevat pääteiden lähetyillä ovat investoineet biokaasulaitokseen ja puhdistavat raakabiokaasun tilalla ja toimittavat sen kaasupulloissa tankkausasemille, jotka voivat olla tilan omistuksessa. Biokaasulaitos on mitoitettu kattamaan tilan lantamäärän että nurmista tulevan biomassan. Näillä tiloilla tilan tarvitsema lämpö tuotetaan maalämmöllä ja/tai hakkeella. Tarvittava sähkö tuotetaan

osin aurinkopaneeleihin ja loppu ostetaan verkosta. Määtysjäätös separoidaan dekantterilingolla ja kuiva-ainejake myydään jatkojalostettavaksi, nestejake käytetään tilalla lannoitteena. Raaka-aineena nämä suuret tilat käyttävät tilalla syntyvää lietelantaa, hukka-aineita ja nurmisatoja, jotka eivät kilpaile rehustuksen kanssa. Tila itse ei tuota viljaa, vaan tarvittavat väkirehut ostetaan sopimustuotantona alueen viljelijältä. Maatilojen konekantaan valjastetaan biopolttoainekäyttöisiksi (biokaasu, biodiesel).

Tilan kannattaa sijaintinsa ja kokonsa vuoksi tuottaa biokaasusta liikennepolttoainetta, koska siitä saatava taloudellinen hyöty on suurempi. Tila tuottaa tarvitsemansa lämmön maalämmöllä ja/tai hakkeella, jolloin tilalle muodostuu säästöjä ostoenergian suhteen. Lannan ja määtysjäätöksen prosessointi ja käyttö lannoitteena vähentävät ostolannoitteiden tarpeen lähes kokonaan. Samalla lannanvarastointiongelmien pienenevät. Määtysjäätöksen myymisestä saadaan tilalle myös lisätuloja.

### *Pienet tilat taajamien lähetyillä*

Taajamien lähellä sijaitsevat pienet maatilat hyödyntävät biokaasun liikennepolttoaineksi. Kyseessä voi olla yksittäinen tila tai tilajoukko, jotka tuottavat biokaasua liikennepolttoaineksi. Tilojen tuotantosuunnat voivat erota toisistaan. Yksittäiset tilat puhdistavat biokaasun tilalla ja myyvät sen kaasupulloissa liikennepolttoaineksi. Tilajoukot toimittavat raaka-ainemassan keskitettyyn biokaasulaitokseen, jossa biokaasu jalostetaan liikekäyttöön. Sijainti määrittää tilajoukon kalleimman kuljetettavan mukaan. Näin voimalliseksi tarvitaan vähemmän. Keskitettyyn biokaasulaitokseen otetaan vastaan myös muita biomassoja porttimaksua vastaan sopimuksen mukaan. Näin ollen raaka-aine pohja muodostuu mm. lannasta, nurmesta, hukka-aineista, oljesta, huonolaatuisesta/ myyntiin kelpaamattomasta viljasta, naateista, teurasjätteistä ja hevosenlannasta. Tilajoukolla on osuuskuntamuotoinen tankkausasema. Näillä tiloilla tilan tarvitsema lämpö tuotetaan maalämmöllä ja/tai hakkeella. Tarvittava sähkö tuotetaan osin aurinkopaneeleihin ja loppu ostetaan verkosta. Määtysjäätös separoidaan dekantterilingolla ja kuiva-ainejake myydään jatkojalostettavaksi, nestejake käytetään tilalla lannoitteena. Maatilojen konekantaan valjastetaan biopolttoainekäyttöisiksi (biokaasu, biodiesel).

Tilan ja tilajoukkojen kannattaa sijaintinsa ja kokonsa vuoksi tuottaa biokaasusta liikennepolttoainetta keskitetysti, koska siitä saatava taloudellinen hyöty on suurempi ja kysyntä on lähellä. Tilat tuottavat tarvitsemansa lämmön maalämmöllä ja/tai hakkeella, jolloin tilalle muodostuu säästöjä ostoenergian suhteen. Laaja raaka-ainepohja tarjoaa energiaintensiivisemmän kaasun tuotannon ja samalla se hyödyntää alueellisia biomassavirtoja tehokkaasti. Lannan ja määtysjäätöksen prosessointi ja käyttö lannoitteena vähentävät ostolannoitteiden tarpeen lähes kokonaan. Samalla lannanvarastointiongelmien pienenevät. Määtysjäätöksen myymisestä saadaan tilalle myös lisätuloja.

### *Kuntakeskittymät*

Pienet maatalousvaltaiset kunnat ovat investoineet keskitettyyn biokaasulaitokseen, jossa biokaasusta jalostetaan CHP-yksikön kautta sähköä ja lämpöä että jalostetaan liikennepolttoainetta kunnan ja kuntalaisten omaan käyttöön. Osa kunnista on perustanut energia-osuuskunnan. Keskitettyjä biokaasulaitoksia voi kunnan koosta riippuen olla useampi. Sijainti määrittää olemassa olevan infrastruktuurin (mm. maalämpöverkkoyhteyttä) että kalleimman kuljetettavan mukaan. Raaka-aineena toimivat kunnan eri toimijoiden biomassat, joita voivat olla maatalouden sivuvirrat, biojätteet, elintarviketeollisuuden sivuvirrat ja hevostalouden sivuvirrat. Kunnissa joissa on paljon huonokuntoista viljelysmaata, viljellään pienpuuta, jota käytetään hakepohjaisen CHP-laitoksen raaka-aineena. Kunnalla on omat biokaasun liikepolttoainetankkauspiisheet. Tuotettu lämpö ja sähkö laitetaan paikalliseen verkkoon. Ne tilat, jotka eivät ole kytkettyinä kaukolämpöverkkoon tuottavat tarvitsemansa lämmön maalämmöllä ja/tai hakkeella. Tarvittava sähkö tuotetaan osin aurinkopaneelilla ja loppu ostetaan verkosta. Määtysjäätös separoidaan dekantterilingolla ja neste- että kuiva-ainejake myydään jatkojalostettavaksi. Jatkojalostettuja tuotteita käytetään kunnan ja kuntalaisten tarpeiden mukaan, esimerkiksi maataloille lannoitteeksi tai teollisuuden tarpeisiin. Maatilojen konekantaan valjastetaan biopolttoainekäyttöisiksi (biokaasu, biodiesel).

Kunnan kannattaa kokonsa ja sijaintinsa vuoksi tuottaa keskitetysti biokaasua ja siitä saatavaa energiaa kuntalaisten käyttöön. Kunta luo näin uusia työpaikkoja, lisää kunnan elinvoimaisuutta ja pitää rahan kier-



tämässä kunta-alueella. Laaja raaka-ainepohja tarjoaa energiaintensiivisemmän kaasun tuotannon ja samalla se hyödyntää alueellisia biomassavirtoja tehokkaasti. Lannan ja mädätysjäätännöksen prosessointi ja käyttö lannoitteena vähentävät ostolannoitteiden tarpeen lähes kokonaan. Samalla lannanvarastointiongelmien pienenevät. Mädätysjäätännöksen myymisestä saadaan kunnalle myös lisätuloja.

### *Tilat Itä- ja Pohjois-Suomessa*

Pienet metsävaltaiset maatilat ovat aktivoituneet harvennushakkuissa. Samalla tilat kasvattavat pienenergiapuuta huonokuntoisilla viljelysmailla. Tilat toimittavat puupohjaista raaka-ainetta hakepohjaiseen lämmön ja sähkön tuotantoon, pyrolyysiöljyn tuotantoon että toisen sukupolven nestemäisten biopolttoainesten tuotantoon (esim. Fischer-Tropsch). Nautakarjatilat separoivat dekantterilingolla tilalla syntyneen lannan. Nestejäte käytetään tilalla lannoitteena ja kuiva-ainejäte voidaan käyttää raaka-aineena hakkeen seassa. Tiloilla on hakekattila, jossa he tuottavat tilan tarvitseman lämmön. Tarvittava sähkö tuotetaan osin aurinkopaneeleilla ja loppu ostetaan verkosta. Maatilojen konekantaan valjastetaan biopolttoainekäyttöisiksi (biokaasu, biodiesel).

Tilat saavat lisätuloa myymästään raaka-aineesta teollisuuden tarpeisiin. Osa tiloista on perustanut energia-osuuskuntia, jolloin he toimivat myös lämpöyrittäjinä.

## 2.4. Skenaarioiden sisältämien ohjauskeinojen tarkastelu

”Alkutuotanto hillintätalkoisiin” skenaarioon sisältyy yhteisiä ohjauskeinoja ”Energiaa ruoan ohelle” skenaarion kanssa. Yhteiset ohjauskeinot ovat eloperäisten maiden alan kasvun rajoittaminen, pellon raivauksen, pellon hankinnan sekä tilusjärjestelyiden ohjaus, eloperäisten maiden ohjaus nurmelle, lannankäsittelyn muutokset, ruokinnan muutokset sekä biokaasutuotanto.

Lisäksi hillintäskenaariossa esitetään skenaariokohtaisia keinoja, joita ovat 1) maaperän hiilinielut, 2) peltojen metsitys, 3) täsmäviljelyteknologian hyödyntäminen, 3) typpilannoituksen tarkentaminen, 4) talvi-aikainen kasvipeitteisyys, 5) rehuviljan säilöntä kuivaamatta, 6) sukupuolilajitellun siemenen käyttö sekä 7) turvemaiden pohjaveden pinnan nosto.

Energiaa ruoan ohessa – skenaariossa on yhteisten keinojen lisäksi esitetty keinoja, joita ovat 1) lannan investointituki, 2) biokaasun syöttötariffi järjestelmä, 3) monivuotisten nurmien lisääminen biokaasutukseen ja 4) nurmien lisääminen kivennäismaille.

Ravinteiden tehokkaan käytön nähtiin olevan ohjauskeinoissa avainasemassa. Ymmärryksen tästä asiasta toivottiin kasvavan niin viljelijöiden kuin kansalaistenkin keskuudessa. Viljelijöiden koulutuksen nähtiin liittyvän olennaisesti koko pakettiin. Osaa ehdotetuista hillintätoimenpiteistä pidettiin erittäin potentiaalisina vähentämään päästöjä, mutta ne koettiin vaikeaksi toteuttaa poliittisen ohjauksen kautta. Syitä tähän olivat mm. tilojen heterogeisuus, yksityisomaisuuteen kajoaminen ja keinon käytön taloudellinen kannattavuus.

### 2.4.1. Ohjauskeinojen arvioidut vaikutukset päästöihin

Tässä osiossa tarkastellaan aiemman ja meneillään olevien tutkimusten pohjalta, miten skenaariossa toteutuvat hillintätoimet vaikuttavat päästöihin. Osasta keinoista on jo eri tutkimuksissa esitetty päästövähennyspotentiaali, osa keinoista on vielä asteella, jossa tietoa päästövähennyksistä ei ole. Taulukkoon 2 on koottu hillintätoimenpiteiden vaikutuksia päästöihin ja niiden synergiavaikutuksia.

**Taulukko 2.** Hillintätöimien vaikutus päästöihin ja synergivaikutukset

Hillintätöimenpide/ Ohjauskeino	Vaikutus päästöihin	Synergivaikutukset ym. huomiot
<b>Tukiehtojen muutos monivuotisesta nurmesta, vahvempi ohjaus nurmi/monivuotiseen kasvipeitteisyyteen</b>	Jos naudatilat tuottaisivat eloperäisillä maillaan (peruslohko, joka vähintään yli 50 % eloperäistä maata) vain nurmea, vähensivät päästöt laskennallisesti noin 36 000 ha alalla, joka tarkoittaisi 107 Mkg CO <sub>2</sub> ekv/v, joka vastaa 1,8 % osuutta maataloussektorin kokonaispäästöistä. Päästövähennystä syntyy myös maankäyttösektorilla. Hiilidioksidipäästöjen osalta vähennys laskennallisesti on 36 000 ha = 175 Mkg CO <sub>2</sub> . (Niskanen ja Kässi 2015) Muilta tuotantosuunnilta mahdollisuus laajempaan osallistumiseen ympäristökorvauksen avulla. (Lehtonen ym. 2015)	Nurmipeitteisyys (normaali nurmentuotanto) pienentää khk-päästöt kolmanneksen verrattuna yksivuotisiin viljoihin. Pinta-alaa jää tuotantokäytön ulkopuolelle, jos nurmille ei löydetä alueelta markkinoita, siksi naudatiloilla vahvin mahdollisuus toteuttaa. Viljanviljelyn ja muun kasvintuotannon tiloille vaihtoehto eloperäisten maiden käytölle, jos rehuviljasta on ylitarjontaa.
<b>Eloperäisten maiden osalta raivauskielto</b>  <b>Eloperäisten maiden vähentäminen metsityksellä</b>	Turvepeltojen metsitys pienentää maaperän päästöjä hitaasti, koska N <sub>2</sub> O-päästöt pysyvät korkealla tasolla vielä vuosikymmeniä metsityksen jälkeen. Jos 3000 ha eloperäistä peltoa metsitettäisiin vuosittain, päästöt maataloussektorilla pienentyisivät 3,8 % ja maankäyttösektorilla viljelymaan osalta 21 % vuoteen 2020. (Regina ym. 2014)	Hiilidioksidipäästöt maaperästä pienentyvät metsityksessä ja lisäksi kehittyvä puusto lisää biomassan hiilinielua. Todellinen päästövähennys toteutuisi täydessä mitassaan todennäköisesti vasta vuosikymmenien kuluessa pellon muuttuessa vähitellen hiilinieluksi. (Regina ym. 2014)
<b>Tilusjärjestelyyn lisätuki</b>	Peltolohkojen etäisyyden lyheneminen sekä lohkokoon kasvattaminen vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä mm. vähentyneinä polttoainekuluina.  Paremmat tilusrakenteen ansiosta parannuksia alkutuotannon kokonaiskestävyydessä saavutetaan mm. taloudellisesti kannattavampana tuotantotoimintana, peltolohko- ja metsäkuvioetäisyyksien lyhentyessä. Ohjauskeino edistää myös maan perusparannusten toteutumista ja järkevää kiinteistörakennetta maa- ja metsätalouden harjoittamisessa.	Edistää pelto- ja metsämaan tilusrakenteen kehittämistä tarkoituksenmukaisemmaksi kiinteistörakenteeksi ja siten parantaa maa- ja metsätalouden elinkeinojen kilpailukykyä (sekä lohkokoon suurentaminen että lohkoetäisyyden pienentäminen). (mm. Heikkilä ym. 2014). Vilja- ja kotieläintilojen yhteistyöllä voidaan vähentää ylimääräistä liikennettä. Yhteistyöllä voidaan saavuttaa myös viljelykiertoon liittyviä hyötyjä, jos viljatila saa kiertoonsa nurmia tai nurmipalkokasveja karjatilan tarpeisiin ja viljan monokulttuuria rikkomaan. Tilusjärjestelyn lisätuki voisi olla 10–20 % kokonaiskustannuksista nykyisen tuen päälle. Toimivampana kuitenkin arvioitiin pienempien toimitusten starttitukea, sillä toimituskustannusten suuruus on yleensä este tilusjärjestelyn aloittamiseen. (POL-

		KEVA hanke, Rikkinen 2014)
<b>Rypsirasvalisä ruokintaan</b>	<p>Jos rasvaruokintaa sovellettaisiin kaikille Suomen lypsylehmille, saavutettavissa oleva päästövähennys olisi yli 30 000 tonnia hiilidioksidiekvivalentteina vuodessa, joka on laskennallisesti 0,6–1 % maataloussektorin kokonaispäästöstä. (Niskanen ym. 2013). Päästövähennys 0,06 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. (Regina 2014)</p> <p>Simulointien perusteella lypsylehmille annettu puolen kilon rasvalisä rypsiöljyllä, alentaa metaanipäästöjä 8 %.</p>	<p>Edellytykset paranisivat öljykasvien satoisuuden ja kannattavuuden parantamiselle, tuotannon kasvattamiselle ja öljykasvien vakiinnuttamiselle viljelykierrrossa. (Niskanen ym. 2013, ILVAMAP 2014). Ohjauskeino lisää kuitenkin ruokinnan kustannuksia.</p> <p>Tuotosvaste rasvalisäykselle on käyräviivainen: tuotos kasvaa kohtuullisella rasvalisällä, mutta runsas rasva alkaa vähentää maidontuotantoa. Puolen kilon lisäys pitää vielä tuotosvasteen positiivisena tavanomaisella ruokinnalla.</p> <p>Valkuaisomavaraisuuteen ja ympäristöön liittyvät tavoitteet vievät samaan suuntaan. Suomessa tuotettuja öljykasveja tarvitaan.</p>
<b>Sukupuolilajittelun siemenen käytön lisäys nautojen siemennyksissä</b>	<p>Saavutettava säästö metaanipäästöissä on marginaalinen, vain 0,2 promillea maatalouden kokonaispäästöstä (50 000 kg alenema metaaninmuodostuksessa). Tuotettua lihakiloa kohden metaaninmuodostus kuitenkin alenisi noin 3 %. (ILVAMAP Kässi ja Niskanen 2014)</p>	<p>Suurin hyöty liharotusiemennysten lisäämisestä syntyy kasvaneesta lihantuotannon kokonaisarvosta (lihanautojen sukupuolijakauman muutoksesta hiehonlihasta arvokkaampaan sonnilihan tuotantoon, sekä risteytysnautojen ruhojen maitorotuisia paremmasta luokittumisesta).</p> <p>Hyötyjä ovat alentunut loppukasvatuksen kokonaisbruttoenergia liharoturisteytysten paremman rehuhyötysuhteen kautta. Sukupuolilajittelun siemenen käytön lisäämisellä voitaisiin edesauttaa jalostuksen etenemistä. Perinnöllinen edistyminen on 2,1 kertaa nopeampaa sukupuolilajittelulla siemenellä tavanomaiseen verrattuna. (ILVAMAP Kässi ja Niskanen 2014)</p>
<b>Rehuviljan säilöntä kuivaamatta</b>	<p>Viljatonnin kuivaaminen kuluttaa noin 12 kiloa polttoöljyä. Jos naudoille (568,3 milj. kg) ja sioille (938,7 milj. kg) vuonna 2012 käytetty rehu olisi säilötty kuivaamatta, kuivauksessa käytettyä polttoöljyä olisi saatu säästettyä karkeasti laskettuna 18 miljoonaa kiloa; 21,2 miljoonaa litraa. Polttoaineen käytön väheneminen alentaisi merkittävästi myös khk-päästöjä. (ILVAMAP hanke; Kässi, Lötjönen, Niskanen 2014)</p>	<p>Viljansäilönnän kasvihuonekaasupäästöt että kustannukset riippuvat voimakkaasti viljan puintikosteudesta.</p> <p>Vähäisellä kuivaustarpeella biopolttoaineiden alhaisempi hinta ei pysty kumoamaan polttoöljyä korkeampien investointikustannusten vaikutusta.</p> <p>Olemassa olevaan kuivaamoon verrattessa ainoastaan viljan murskesäilöntä muodostuu kiinnostavaksi vaihtoehdoksi viljankäsittelyn kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi.</p> <p>Kokonaan uutta viljan säilöntäjärjestelmää suunniteltaessa myös kylmäilma-kuivaus on vaihtoehto. (ILVAMAP hanke; Kässi, Lötjönen, Niskanen 2014)</p>

## 2.4.2. Eloperäiset maat

Ruoantuotannon kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi olisi tarkoituksenmukaista rajoittaa eloperäisten maiden alan kasvua pellon raivauskiellon sekä pellon hankinnan ja tilusjärjestelyiden ohjauksen avulla. Tilat, joilla on eloperäisiä maita, velvoitetaan laittamaan ne pääsääntöisesti monivuotisille nurmille. POLKEVA-hankkeen asiantuntijat näkivät, että nurmenviljelyn velvoitetta ei tule toteuttaa pakkona, vaan osana CAP-tukipakettia esimerkiksi nykymuotoisena erityisympäristötuen toimenpiteenä, mutta päivitettyinä tukitason ja sopimuskauden pituuden suhteen. Nykyinen 10 vuoden sopimus koettiin nurmessa liian pitkänä. Nurmen kasvun ja hyvän hiilensidonnin vuoksi lyhyempi sopimusaika koettiin järkevämmäksi. Vaikka erityisympäristötuen ”turvemaiden pitkäaikainen nurmiviljely” -toimenpide ei ole saanutkaan laajaa suosiota, on huomattava, että melkein puolet eloperäisistä maista on tälläkin hetkellä nurmella tai luonnonhoitopeltoina.

### *Kyläkohtaiset tilusjärjestelytoimitukset*

POLKEVA-hankkeessa on arvioitu laajan, monikierroksisen asiantuntija-arvioinnin avulla, minkälaisia mahdollisuuksia, etuja ja haittoja liittyy tilusjärjestelyjen lisäämiseen lisätukena. Tutkimuksessa tarkasteltiin kahden kierroksen aikana kahta eri tavalla kohdentuvaa keinoa.

- Tilusjärjestelyille annettiin selkeä tuki. Silti jonkin verran kyseenalaistettiin sitä, pitääkö valtion sitä tukemalla kiihdyttää vai pitäisikö sen antaa hoitua maamarkkinoiden normaalin toiminnan kautta. Parhaana tukimallina pidettiin sitä, että tilusjärjestelyn lisätuki maksetaan jälkikäteen osuutena maanmittaustoimituksen kokonaiskustannuksista. Tämä on myös laajemmissa tilusjärjestelyissä nykykäytäntö. Jonkin verran tukea sai myös malli, jossa maksetaan määritelty tukisumma tilusjärjestelyn kokonaissuunnitelmaa vasten (selvitetään tilusjärjestelyn toteutettavuus) tai maksetaan kasvava tukisumma tilusjärjestelyyn osallistuvien maanomistajien lukumäärän kasvaessa.
- Maanomistajille kohdennettu starttituki voisi toimia tilusjärjestelyiden kiihdyttäjänä muutamien maanomistajien välisissä tilusjärjestelyissä, joissa toimituskustannukset koetaan suuriksi. Sillä saadaan aikaan yritystasolla (niin maatilalla kuin metsätilalla) järkeviä parannuksia, jotka ovat taloudellisesti, ympäristöllisesti ja yrittäjän hyvinvoinnin näkökulmasta kannattavia.
- Aktiivilijelijälle annetaan pellon etuosto-oikeus kylätasolla.

### *Eloperäisten maiden raivauskielto*

ILVAMAP-hankkeessa arvioitiin 20 maatalouteen kohdistettua hillintätoimenpidettä. Eloperäisten maiden raivauskiellolla nähtiin olevan suurin potentiaali hillitä ilmastonmuutosta ja siksi sen uskottiin tulevan käyttöön tulevaisuudessa. Keinon käyttönoton nähtiin kuitenkin rajoittavan liiketoimintaa ja vaikeuttavan viljelijöitä, joilla on maata eloperäisillä alueilla. Eloperäisten maiden viljelyyn nähtiin tulevan rajoituksia globaalilta tasolta ja EU:n myötä pidemmällä aikavälillä.

- Tehokkaampina keinoina jarruttaa raivausta nähtiin lannankäsittelyteknologioiden kehittäminen, neuvonnan ja opastuksen kautta tarjottu apu käytännön toimenpiteisiin ja lannanlevityksen salliminen muille kuin omille pelloille, jotta pellonraivaukselta vältyttäisiin.

### *Nautatilojen eloperäisten maiden nurmiviljely*

Nautakarjatilojen viljellessä pelkästään nurmea eloperäisillä mailla, muodostuu heille kustannuksia nurmen toistuvasta täydennyskylvöstä ja kasvinsuojelusta. Menetetty vilja-ala joudutaan korvaamaan ostoviljalla tai mahdollisuuksien salliessa siirtämällä viljelyä tilojen omille kivennäismaille. Tällöin kustannuksia voi muodostua tilalle kivennäismaiden sijainnista riippuen myös logistiikan kautta.

- Ohjauskeinoa voitaisiin edistää tilojen yhteistyötä lisäämällä sopimusviljelyn kautta, maksamalla nurmen hiilensidonnasta korvaus ja korvaamalla viljelijälle aiheutuneet lisäkustannukset viljan ostosta rehuksi.
- Ylimääräisen nurmen voisi biokaasuttaa ja lannoitteet tuoda takaisin tilalle lannoitteeksi.
- Keinon tehokkuuden tietoisuuden lisäämistä tulisi edistää neuvonnan ja opastuksen kautta.

### *Monivuotisen nurmen ohjaus erityisympäristötuessa*

Tällä hetkellä maatalouden erityisympäristötuen toimenpiteenä on turvepeltojen pitkäaikainen nurmiviljely (10 vuoden sopimus). Vuonna 2012 voimassa oli 323 sopimusta yhteensä 3 305 hehtaarilla, joissa keskimääräinen tuki oli 95 eur/ha. Eloperäisiin maihin luokitelluista maista viljanviljelyssä vuonna 2009 oli 184 000ha sekä nurmiviljelyssä 147 000ha. Yhteensä eloperäisiä viljelymaita oli käytössä 331 000ha (Statistics Finland 2013).

- POLKEVA-hankkeessa asiantuntijoilta kysyttiin tulisiko tukitasoa nostaa, jotta pitkäaikaisen nurmen viljely lisääntyisi tämänhetkisestä tasosta. Vastaajista 28 % piti nykyistä tukitasoa sopivana, 34 % vastaajista suosi 25 eur/ha korotusta, viidennes vastaajista suosi +50 eur/ha korotusta ja viidennes näki, ettei tällaiselle tukimuodolle ole tarvetta tai tuki ei ole oikea ohjauskeino tässä kysymyksessä.
- Viljelyvelvoitetta pidettiin itse keinona järkevänä khk-päästöjen vähentämisen vuoksi ja lisääntyneelle nurmelle voisi löytyä käyttötarkoitus myös biokaasutuksessa. Lisäksi nähtiin, että nurmenkin sijasta pellot voitaisiin syrjäisemmillä viljelyalueilla metsittää tai siirtää puuperäisen bioraaka-aineen tuotantoon.

### *Monivuotisempien nurmien lisääminen biokaasutukseen*

Syiksi, miksi nurmien lisäämiseen pitäisi velvoittaa, koettiin monivuotisten kasvien kyky vähentää ravinne- ja hiilipäästöjä ja parantaa maaperän laatua. Nurmien käyttö biokaasutuksen raaka-aineena nähtiin parantavan mädätteen lannoitusvaikutuksia ja siten logistisia kustannuksia.

- Olisi mahdollista valjastaa alikäyttöistä peltoalaa noin 500 000ha energiantuotantoon ja saada siten myönteisiä talous ja hiilinielu vaikutuksia. Samalla pellot pidettäisiin kasvukunnossa ja siten reservissä.

### 2.4.3. Ruokinnan tarkentaminen

Muutoksilla eläinten ruokinnassa on vaikutuksia pellonkäyttöön, joten vaikutukset saattaisivat ulottua maaperän hiilivarastoihin ja siten LULUCF-sektorilla raportoitaviin päästöihin.

- Yhteiskunta kompensoi tuottajalle rasvalisästä aiheutuneen kustannuksen.
- Ruokinnan kehittäminen siten, että lannan fosforipitoisuus laskee.
- Koska metaani on hiilidioksidia voimakkaampi kasvihuonekaasu, metaanin määrän vähentämiseen tähtäävien keinojen käyttöönotto on tärkeää.
- Neuvonnan ja koulutuksen kautta saadun tiedon pohjalta viljelijä voi optimoida itse rasvalisän määrän.
- Ruokinnan muutosten tulisi olla lajikäyttäytymiselle sopivia.

### 2.4.4. Lannankäsittelyn tehostaminen

ILVAMAP- hankkeessa lannankäsittelyn ilman lisäpeltoa nähtiin olevan erittäin merkittävässä asemassa tulevaisuuden maatalojen toiminnan edellytyksenä. Kotieläintilojen laajentaessa tulee maataloille väistämättä tarve hankkia lisäpeltoa, jota ei välttämättä ole saatavilla tarpeeksi läheltä eikä kohtuullista korvausta vastaan. Lannankäsittely ilman lisäpeltoa koettiin tärkeäksi, koska se parantaa maan rakennetta ja näin ollen pelto on sille paras sijoituspaikka. Tämän hetkisen separointitekniikan ei koettu olevan riittävän kustannustehokasta ja tekniikan käyttöönottoon liittyi teknologista pelkoa. Samalla lannankäsittelyn ajankäyttöä pidettiin hyvin haasteellisena, koska sen käsittely ja levittäminen vievät paljon ihmistyötunteja ja aikataulut on hyvin tarkkaa.

- Lannankäsittelyn tulee kehittyä niin, että pellonraivaustarve vähenee (kokonaispeltoala ja kasvihuonekaasupäästöt eivät kasva). Se voisi tuoda myös tehokkaamman työnjaon kautta helpotusta kotieläintilan työnmenekkiin työhuippuina.
- Lisätään ravinnekiertoa tilan/tilajoukon sisäisissä tuotantoprosesseissa ja siten vähennetään ravinnekuormitusta suljetun kierron periaatteella.

- Suunnataan maatilayrityksille investointituki, jossa hallinnon hyväksymälle ja määritellylle parhaalle käytettävissä olevalle tekniikalle (BAT) myönnetään investointituki. Tarkoituksena on kannustaa viljelijöitä investoimaan uusimpaan ja tehokkaimpaan päästövähennysteknologiaan.
- Lannan kiintoaineen ja fosforin erottaminen lietelannasta ja vienti eläintiheään alueen (alue, jolla vähän peltoa eläimiin ja lantamäärään nähden) ulkopuolelle vähentäisi lannanlevitysalan ja pellonraivauksen tarvetta.
- Kiintoaineen erottaminen lannasta vähentäisi tarvittavaa lietesäiliöiden tilavuutta, mutta voisi johtaa toisaalta lisäkustannuksiin koska kiintojakeelle tarvitaan tiivispohjainen, mielellään katettu varastoravintehävikin ja – valumien estämiseksi. Olennaista on kuitenkin se, että kiintojakeen erottamiseen tarvittava laitteisto voidaan jakaa ja hyödyntää usealla tilalla riittävän suuren lietelantamäärän jakautamiseen neste- ja kuivajakeiksi, jotta aiheutuvat investointi- ja käyttökustannukset voidaan kattaa lantalogistiikan kokonaissäästöillä. (Kässi ym. 2013)
- Otetaan käyttöön päästökaupan tapainen systeemi maataloudessa, jolloin tilallinen itse päättää miten vähentää päästöjä tilan sisällä.
- Lannoitevero loisi yrittäjille kannustimen ravinnekierron edistämiseen. Vero olisi helpompi valvoa kuin tilakohtaiset tuet.

#### 2.4.5. Biokaasutuotannon lisääminen

POLKEVA ja ILVAMAP-hankkeissa biokaasutus koettiin tärkeäksi, koska sen koettiin olevan tehokas tapa tuottaa energiaa ja samalla parantaa lannan ja kasvijätteiden laatua ravinteina. Lanta voitaisiin biokaasutuksessa hyödyntää niin energianlähteenä kuin mädätysjännöksenä pellon ravinteena. Biokaasutuksen jarruna nähtiin olevan suuret investointikustannukset ja sen vaatiman erikoisosaamisen.

- Biokaasutuksen kannattavuutta voitaisiin parantaa nykyisen investointituen lisäksi maksettavalla syöttötariffilla, joka mukautetaan koskemaan alle 100kVA kokoluokan laitoksia. Syöttötariffijärjestelmään pääsemisen edellytyksiksi määritellään biokaasulaitosinvestoinnin suunnittelu yhdessä asiantuntijoiden kanssa ja muun paikallisen biomassatarjonnan huomioon ottaminen (esim. teurasjätteet, elintarvikejalostuksen sivujakeet jne.).
- Investointiedellytyksiä auttaa suuremman mittakaavan biokaasulaitos, jonne viljelijät toimittaisivat lantaa ja kasvijätettä ja saisivat sähköä ja lämpöä.
- Biokaasulaitoksen tulisi olla toiminnaltaan mahdollisimman yksinkertainen, jotta sitä olisi helppo käyttää.
- Kulutuskysyntä kasvaisi, jos biokaasun kulutusta tuettaisiin verohelpoituksin.
- Neuvonnan ja informoinnin lisääminen, jotta tietoisuus biokaasusta kasvaisi.
- Polttonotekniikka auttaa todennäköisesti biokaasun käytön optimoimisessa.
- Investointituen ja tariffin yhtäaikainen mahdollistaminen on avainasemassa.

#### 2.4.6. Talviaikainen kasvipeitteisyys

ILVAMAP-hankkeessa talviaikainen kasvipeitteisyys koettiin luontaiseksi keinoksi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Sen nähtiin lisäksi tuovan monimuotoisuushyötyjä, parantavan maaseudun virkistyskäyttöä ja maan rakennetta ehkäisten eroosiota.

- Ohjauskeinon laajamittaisen käytön esteinä nähtiin olevan sen alueellisuuden ja tapauskohtaisuuden mm. maanlajin suhteen. Sen käyttöönoton koettiin vaativan suunnittelua viljelykierrossa ja rajoittavan viljelykasvivalikoimaa.
- Kasvipeitteisyyttä voidaan lisätä esim. maanpeite-, kerääjä- tai viherlannoituskasvien avulla (Känkänen ym. 2011). Tehokas kerääjäkasvi olisi kasvi, joka ei lisää maan typpikuormaa sitomalla typpeä ilmasta.
- Sopivien kasvien jalostukseen panostaminen.
- Neuvontaan, koulutukseen ja tiedon saatavuuteen tulee panostaa.
- Ohjataan korkeamman tuen kautta käyttämään aluskasveja, jotka vähentävät enemmän ravinnepäästöjä (kerääjäkasveja).

- Edellytetään puinnin jälkeen heti perään (0-1 pv.) laitettavaksi suorakylvöllä aluskasvi, joka toimii talven yli ”väliskasvina”.

#### 2.4.7. Typpilannoituksen tarkentaminen

ILVAMAP-hankkeessa typpilannoituksen tarkentaminen nähtiin helpoksi keinoksi, jolla voidaan optimoida kustannuksia. Sen koettiin olevan jo laajalti käytössä ja siksi olevan potentiaalinen keino hillitä ilmastonmuutosta tulevaisuudessakin. Osa vastaajista koki, että olisi järkevämpää tarkastella typen käyttöä tilakohtaisesti taseen muodossa, jolloin tilallinen voisi kohdentaa typen käytön tuottavimmille aloille.

- Neuvonnan aktiivisuuden ja opastuksen lisäämisen ravinteiden käytön hallinnassa ja optimoinnissa koettiin olevan olennaisessa osassa tämän keinon toteutusta.
- Ympäristötuen toimi ”typpilannoituksen tarkentaminen” edelleen tärkeä kannuste lannoitusmäärien optimointiin. Jos nykyisestä typpilannoitustasosta vähennettäisiin 20 %, tarkoittaisi se 0,2 Mt CO<sub>2</sub>-ekv päästövähennystä (Regina ym. 2014). Lannoitusmääriä ei kuitenkaan kannata vähentää niin paljon, että peltojen tuottavuus kärsii. Tällöin on vaarana peltopinta-alan kasvu, joka puolestaan lisää päästöjä.
- Tilakohtainen typpitaselaskenta. Tila saa itse päättää lohkojensa välillä minne typen sijoittaa.
- Kerääjäkasvien lisääminen viljelykiertoon.
- Maanviljelijälle pitäisi antaa enemmän päätäntävaltaa lannoituksen ajankohdan suhteen, sillä sääolot eivät katso kalenteria.

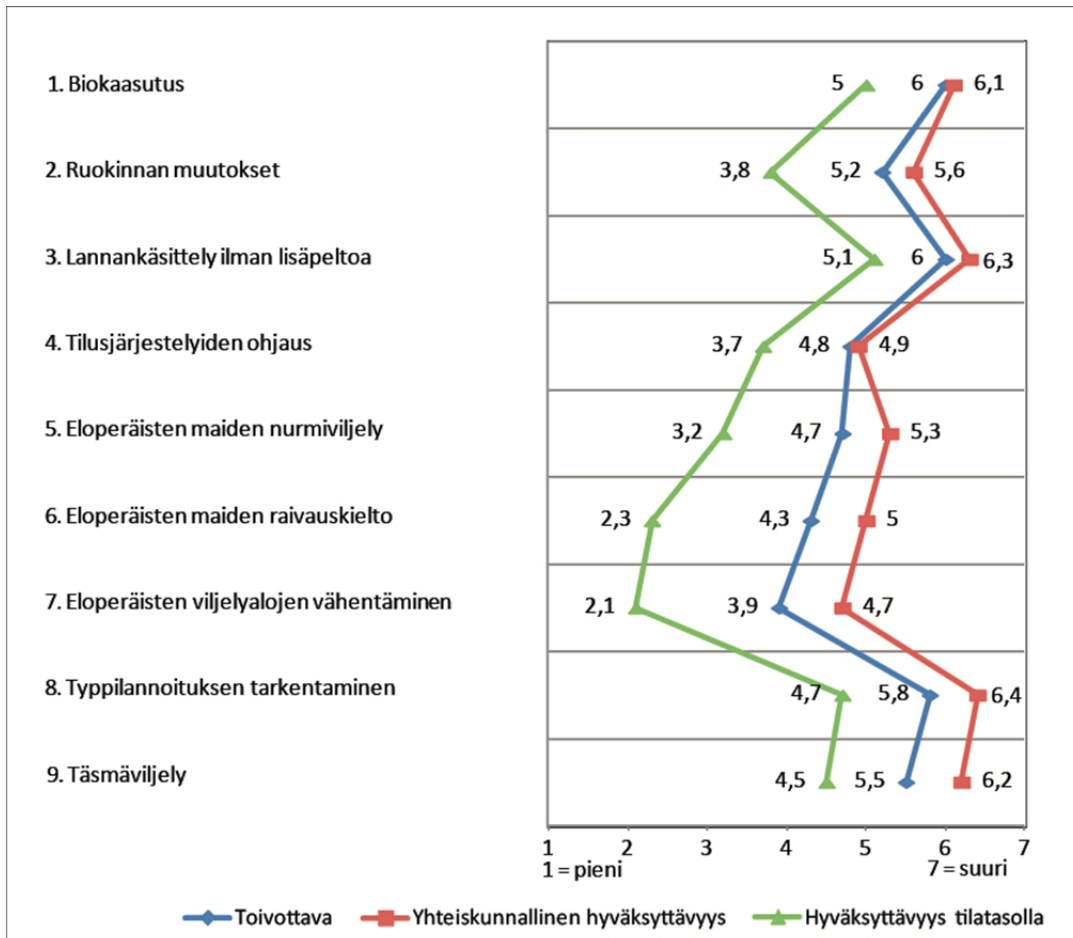
#### 2.4.8. Täsmäviljely

ILVAMAP-hankkeessa täsmäviljelyn taloudelliset ja ravinnetasapainoa edistävät vaikutukset nähtiin tärkeänä keinon käyttöönotossa. Teknologian avulla voidaan ravinteiden sijoittaminen peltoon kohdistaa tarkemmin lohko- ja maalajikohtaisesti, jolloin taloudellisuus ja ravinnetasapaino toteutuvat.

- Tämän hetkisen tekniikan koettiin olevan liian kallista ja olevan siten mahdollista vain eturivin tiloille. Nykytekniikan käyttöönottoon liittyi myös tekniikan omaksumisen pelkoa.
- Ravinnekiintiön luominen tiloille, jolloin laskenta suoritettaisiin vuotuisesti. Tilallinen saa itse päättää mitä ravinteita ja minne hän ne sijoittaa.
- Urakointipalveluiden käytön lisääntyminen tekisi keinon käyttöönoton taloudellisesti kannattavammaksi.
- Neuvonnan ja opastuksen lisääminen.
- Tilojen välinen yhteistyö laitteiden vuokraamisessa tai yhteisomistajuudessa.
- Mädätysjäännösten tuotteistaminen nykyiseen konekantaan.

#### 2.4.9. Keinojen yhteiskunnallinen ja tilatason hyväksyttävyyys hillintäskenaariossa

Meneillään olevan ” Ilmasto- ja energiapolitiikan tulevaisuuden vaihtoehdot ja vaikutukset maatalouspoliittisen toimintaympäristön muutoksessa” ILVAMAP hankkeessa maatalous-, ilmasto- ja energiapolitiikan asiantuntijapaneeli arvioi mm. hillintäkeinojen 1) toivottavuutta 2) yhteiskunnallista hyväksyttävyyttä sekä 3) hyväksyttävyyttä keinon käyttöönotosta tilatasolla. Asteikkona käytettiin seitsemän portaista Likert asteikkoa, missä 1 kuvasti pientä ja 7 suurta. Yleisesti ohjaukeinojen nähtiin olevan yhteiskunnallisella tasolla hyväksytympiä kuin tilatasolla (kuva 2).



**Kuva 2.** Erot tilatason hyväksyttävyydessä ja yhteiskunnallisessa hyväksyttävyydessä hillintäohjauskeinoille ILVAMAP hankkeessa (arvioinnissa kaikkiaan 20 hillintäkeinoa)

Vaikka hillintäkeinojen toivottavuus on korkealla tasolla lukuun ottamatta tilusjärjestelyä ja eloperäisten maiden ohjausta, tilatason hyväksyttävyys jakaa yleisesti mielipiteitä enemmän. Tukiriippuvuus vähensi kaikkien keinojen hyväksyttävyyttä tilatasolla. Keinojen vaatiman teknologian nähtiin olevan kallista ja puutteellista. Teknologian monimutkaisuuden koettiin mm. täsmäviljelyssä aiheuttavan teknologista pelkoa ja vaikeuttavan siten sen omaksumista. Täsmäviljelyn nähtiin kuitenkin tuovan monimuotoisuushyötyjä ja parantavan maan rakennetta ehkäisten eroosiota, mikä puolestaan lisäsi keinojen yhteiskunnallista hyväksyttävyyttä. Typpilannoitukseen koettiin jo panostetun merkittävästi, joten sen tilatason hyväksyttävyys oli korkeammalla tasolla. Biokaasun pientuotannon edistämisen osalta yhteiskunnan ei koettu tukevan sitä kovinkaan vahvasti. Kuitenkin sen yhteiskunnallinen hyväksyttävyys nähtiin korkeana. Eloperäisten maiden raivauskielto koettiin potentiaalisesti, mutta keinojen käyttö koettiin kohtuuttomana vaateena viljelijälle, kun suhteutetaan globaaliin ruoantuotannon nostopaineisiin. Samalla nähtiin kiellon rajoittavan elinkeinon kehittämistä tarpeettoman paljon. Muutenkin eloperäisten maiden ohjaus koettiin tilatasolla ongelmalliseksi, vaikka sen yhteiskunnallinen hyväksyttävyys on korkeammalla tasolla päästövähennyspotentiaalin takia.



## 2.5. Johtopäätökset hillintäskenaarion toteutumisesta ja vaikutuksista ilmasto- ja energiapolitiikassa

Yhteenvedossa hyödynnetään ILVAMAP-hankkeen maatalous-, energia- ja ilmastoasiantuntijapaneelin arvioita ”Tiukka hillintä” -skenaarioon. Arvioitu skenaario oli tiiviimpi skenaariokuvaus verrattuna VÄHIMATU-hankkeessa esitettyyn ”Alkutuotanto hillintätalkoisiin” -skenaarioon verrattuna. Asiantuntijoilta kysyttiin, miten suomalainen maatila pärjää tällaisessa skenaariossa.

Yhteiskunnan vahva tukisidonnaisuus koettiin edellytyksenä ja siten vahvuutena tilojen pärjäämiselle tässä skenaariossa. Isojen ja innovatiivisten tilojen pärjääminen nähtiin myös vahvuutena, sillä heillä on halua ja mahdollisuutta investoida uusiin ympäristöteknologioihin. Vahvuutena nähtiin myös tilojen yhteiset tavoitteet, jolloin saumattomampi yhteistyö tilojen välillä syntyy helpommin. Eloperäisiin maihin kohdistuva nurmenviljelyvelvoite koskisi vain noin viittä prosenttia koko Suomen peltopinta-alasta, joten toimenpiteet koettiin mahdollisina toteuttaa. Tiukan hillinnän skenaariossa vahvuuksiksi nousivat biokaasutuksen mukanaan tuomat kustannussäästöt energian ja lannoitteiden suhteen, ja niiden mukanaan tuomat ravinnekierrätysten positiiviset vaikutukset rajallisten typen ja fosforin biokaasutuksen loppujakeen hyödyntämisestä. Biokaasulaitokset ja tilusjärjestelyt nähtiin avaavan mahdollisuuksia tilojen pärjäämiselle, samalla kun mahdolliset tilaklusterien biokaasulaitokset tuovat säästöjä investointien suhteen. Biokaasutuksen koettiin monipuolistavan viljelykiertoa etenkin viljanviljelytiloilla tehden nurmenviljelystä houkuttelevampaa. Biokaasulaitosten käyttäessä raaka-ainepohjanaan kesantoaloja ja muuta biomassaa, nähtiin biokaasutuksen tuovan maataloille lisätuloja ja hyödyntävän siten muuten taloudellisesti hyödyntämätöntä biomassaa. Vahvuudeksi nousi myös myytävän energian kohtuullinen verotus tässä skenaariossa.

Suurimmiksi heikkouksiksi hillintäskenaariossa nousivat toimeentulon turvaaminen eloperäisten maiden haltijoille ja tuotantokustannusten nousu. Skenaarion tavoitteiden konkretisoituminen nähtiin rankaisevan Pohjanmaan eloperäisten maiden viljanviljelijöitä ja mahdollisesti estävän viljelyä eloperäisten maiden alueilla, kun raivauskielto rajoittaa tilan peltoalan laajentamista. Kotieläintilat saattavat siirtyä raivauskiellon myötä viljanviljelytiloiksi, jolloin lihan omavaraisuusaste laskisi Suomessa. Myös sosiaalisten ulottuvuuksien unohtaminen (tuntemukset hyötyjistä ja häviäjistä) tilusjärjestelyissä saattaa asettaa viljelijät keskenään eriarvoiseen asemaan. Tämä saattaa ajaa tiloja lopettamaan tai muuhun liiketoimintaan, kuten koneurakointiin. Liian tiukan ja väärin painotetun hillinnän kautta koettiin tuottavuuserojen lisääntyvän tilojen välillä. Esimerkiksi ruokinnan laimentaminen ja pellon käytön rajoittaminen koettiin näkyvän tilan tulojen alenemisena. Samoin nurmenviljelyn laajaperäistämisen nähtiin nostavan energiakustannuksia, kun saman rehun tuottamiseksi tarvittaisiin suurempia rehuntuotantoaloja. Vahvan tukisidonnaisuuden nähtiin vääristävän markkinoita ja samalla vievän tilalliselta vapautta toteuttaa omaa liiketoimintaansa. Asiantuntijat kokivat ilmastonmuutoksen olevan monelle viljelijälle liian kaukainen ja abstrakti asia, jolloin sitä kohtaan saattaa syntyä välinpitämätön asenne. Tässä skenaariossa nähtiin olevan myös liikaa sääntöjä, jotka yksipuolistavat viljelyä ja vähentävät biodiversiteettiä.

Hillintäskenaariossa maatalouden pärjäämisen koettiin olevan pitkälti riippuvainen tukipolitiikan riittävästä resurssoinnista. Tuet tulisi kohdentaa niille aktiivisille tuottajille, jotka toteuttavat ilmastotavoitteita vahvimmin. Ilmastotavoitteiden toteutumista tukevat energiatehokkaat, suuret työkoneet, lannankäsittelyteknologiat ja näissä skaalaetuja tulisi vahvasti hakea sekä kohdentaa tuki näihin. Vastaajat näkivät mahdollisuutena suorakylvön vaatimuksen eloperäisille maille ja kesantoalojen taloudellisemmän käytön korkeampien tukien kautta. Biokaasutuksen potentiaalinen valjastaminen kannattavuusongelmien ratkaisemisen kautta (esim. laitostariffi) lisäisi energian ja lannoitteiden omavaraisuutta. Tämä olisi mahdollista merkittävän tuen kohdentamisella maataloille ja energiantuotantolaitoksille. Kunnalliset energiayhtiöt voisivat investoida kotitalouksien ja maatalojen puolesta, jotka maksaisivat investoinneista aiheutuneet kustannukset takaisin hiljalleen sähkölaskussa. Myös tuuli- ja aurinkoenergian suurempi hyödyntäminen koettiin potentiaaliseksi keinoksi tavoitteiden saavuttamisessa. Lisäksi vastaajat ehdottivat pientareiden biomassan siistimistä biokaasulaitosten raaka-aineeksi. Myös tässä skenaariossa koettiin potentiaalisena mahdollisuutena saavuttaa tavoitteet, jos hiilidioksiditon hinta voitaisiin muuttaa ilmastonhillintää edistäväksi.

Vastaajat kokivat tässä skenaariossa olevan merkittäviä uhkia Suomen maataloudelle. Yhtenä suurimmista uhista tavoitteiden saavuttamiseksi koettiin kotimaisen tuotannon korvautuminen ulkomaisella tuotannolla. Tämä luo pidemmät logistiset matkat (päästöt kasvavat) sekä epäfysiologisen ja -ekologisen tuotannon tukemisen (tuontiruoalla ei CAP vaateita). Samalla hiilivuodot valuvat ulkomaille. Vahvan hillintään kytkeytyvän tukipolitiikan nähtiin vääristävän markkinoita, olevan ristiriidassa yrittämisen kanssa, luovan näennäisviljelyn potentiaalin rajoittaen tuotantoa sekä luovan kansantaloudelle raskaan veronkantotaakan. Vastaajien mielestä tässä skenaariossa unohdettiin osallistava politiikka, velvoitteet ja pakottaminen luo muutosvastarintaa. Epäoikeudenmukaiset tilusjärjestelyt ja tiukat rajaukset eloperäisten maiden käytölle koettiin hankalaksi toteuttaa. Vastaajat myös muistuttivat vapaamatkustajaongelmasta EU-tasolla; miksi Suomen pitäisi toteuttaa tiukempia hillintätoimenpiteitä suhteessa muihin EU-maihin, kun päästöt tuotannosta ovat marginaalisia globaalissa mittakaavassa. Ilmastomuutoksen hillitsemis- ja sopeutumiskeinojen koettiin nostavan energian hintaa, mikä vaarantaisi entisestään Suomen maatalouden asemaa.

### 2.5.1. “Alkutuotanto hillintätalkoisiin” - skenaarion SWOT

Alkutuotanto hillintätalkoisiin -skenaarion SWOT

Vahvuudet	Heikkoudet
<p>Maatalouden oma raportointisektori sallisi laajemmat kannustimet ilmastoystävälliselle maataloudelle</p> <p>Rakennekehityksen myötä suurten tilakokojen/ tilaklustereiden tuomat mittakaavaedut näkyvät hillintätoimien vaikuttavuudessa</p> <p>Yhteiset tavoitteet luovat ja pakottavat saumattomampaan yhteistyöhön</p> <p>Hillintätoimien vahva tukisidonnaisuus toteutuu vaadituina muutoksina tuotannossa</p> <p>Eloperäisille maille kohdennetut toimet kohdistuvat ”vain” reilulle 10 %:lle peltopinta-alasta Suomen osalta</p> <p>Biokaasutuksen tuomat kustannussäästöt tilatasolla energian ja lannoitteiden suhteen</p>	<p>Kannattavuusongelmat alkutuotannossa vaikeuttavat toimenpiteiden toteuttamista (kuinka laajasti toteutuvat kustannussäästöt energian ja lannoitteiden suhteen)</p> <p>Kohtelee eri alueita Suomessa eri tavalla</p> <p>Eloperäisten maiden sitominen nurmituotantoon rajoittaa elinkeinoa</p> <p>Puhtaat viljanviljelytilat kärsivät</p> <p>Tietotaidon ja neuvonnan puute ilmastotoimien toteuttamisessa (vaatii panostusta)</p> <p>Ruoantuotannon omavaraisuus erityisesti kotieläintuotannossa</p>
Mahdollisuudet	Uhat
<p>Ilmastotavoitteita tukevat teknologiat kehittyvät, kun hillintätoimenpiteet tulevat tukien keskiöön</p> <p>Maatilojen ja energiayhtiöiden yhteistoiminta, sekä muun uusiutuvan (tuuli- ja aurinkoenergian) laajempi hyödyntäminen</p> <p>Biokaasutuksen kannattavuusongelmien ratkaiseminen</p> <p>Uusien raaka-aineiden käyttö biokaasulaitoksissa</p> <p>Neuvonnan korostuminen tuottajille ja kuluttajille (tilatason ja yhteiskuntatason hyväksyttävyyttä)</p> <p>Hyödyntämättömälle biomassalle uusia käyttötarkoituksia</p>	<p>Kotimaisen tuotannon korvautuminen ulkomaisella tuotannolla</p> <p>Hiilivuotojen valuminen ulkomaille</p> <p>Vahva tukipolitiikka vääristää markkinoita, ei kannusta yrittämistä, luo näennäisviljelylle potentiaalin ja on raskas veronkantotaakka yhteiskunnalle</p> <p>Elinkeinon hankala toteuttaa keinoja liian tiukkojen toimien johdosta</p> <p>Vapaamatkustajaongelma EU-tasolla</p> <p>Varoja ei tarpeeksi ilmastoasioita edistäviin toimiin</p> <p>Ilmastohillintäkeinoja ei tarpeeksi</p> <p>Ympäristötuet ovat kohdentuneet epäoptimaalisesti</p>

## 2.6. Johtopäätökset energia ruuan ohelle -skenaarion toteutumisesta ja vaikutuksista ilmasto- ja energiapolitiikassa

Yhteenvedossa hyödynnetään ILVAMAP-hankkeen maatalous-, energia- ja ilmastoasiantuntijaneelin arvioita ”Energiaa ruuan ohelle” -skenaarioon. Arvioitu skenaario oli tiiviimpi skenaariokuvaus verrattuna VÄ-HIMATU-hankkeessa esitettystä skenaariosta. Asiantuntijoilta kysyttiin, miten suomalainen maatila pärjää tällaisessa skenaariossa.

Energia ruuan ohelle skenaariossa vahvuuksiksi nousivat mahdollisesti ruoantuotantoa paremmat rahoitukset korvaukset bioenergiantuotannosta sekä mahdollisuudet hyödyntää niukkakasvuisempiakin peltoja, minkä koettiin saattavan lisätä muutos- ja investointihalukkuutta enemmän kuin pakotteet ja normatiiviset käskyt. Bioenergian tuotannon tullessa osaksi tilan liiketoimintaa, sen koettiin monipuolistavan maaseutua, avaavan viljelijöille uusia mahdollisuuksia ja tuovan uusia tulon lähteitä viljelijöille, sen ollessa markkinalähtöisempi. Tässä skenaariossa biokaasutuksen nähtiin voivan oikeasti lisääntyä, kun raaka-ainepohjana käytetään ylijäämäraaka-aineita, luonnonhoitopeltoja, viherlannoitusnurmia ja suojakaistoja, jolloin ruoantuotannon omavaraisuus ei järky. Samalla tulisi hyödynnettyä kokonaisvaltaisesti Suomen maatilojen paikallisia vahvuuksia, energiantuotantomahdollisuudet olisivat läpivuotisia ja energiaomavaraisuus kasvaisi. Näiden asioiden nähtiin palvelevan monipuolisesti yhteiskunnan eri tarpeita, virkistävän maatilojen ja maaseutujen yleistä toimeliaisuutta terveellä tavalla, mahdollistavan maatalouden tuottavuuden kasvattamista pitkällä aikavälillä, jolloin maatalouden asema laajenee ja pitkäjänteistyy yhteiskunnassa. Yhteiskunnan taloudellisen tuen ollessa lyhyellä tähtäimellä selvästi nykyistä suurempaa, sen koettiin vastaajien keskuudessa mahdollistavan suurten investointien kannattavuuden, jolloin innovaatioille tulee uutta kysyntää, ja pitkällä aikavälillä maatalouden pärjääminen ei ole enää niin vahvasti tukiriippuvaista.

Suurimmaksi heikkoudeksi tässä skenaariossa nousi energiantuotannon muuttuminen liian houkuttelevaksi ruoantuotannon suhteen, peltobioenergian nähtiin voivan riidellä liikaa ruoantuotannon kanssa, jolloin ruoan omavaraisuusaste saattaisi laskea. Voimakas energiantuotantosidonnainen tuotanto saattaisi karsia viljelijöitä ja viljelyala voisi käydä vähiin eläintuotannon pysyessä samana, jos maa-alaa laitettaisiin bioenergiantuotantoon, samalla kun eloperäisten maiden voimakas sitominen nurmituotantoon rajoittaisi elinkeinoa. Puhtaat viljanviljelytilat kärsisivät. Korjuukustannusten koettiin voivan olla suurempia kuin itse energiasadon arvon, jolloin syntyy paradigma: kuinka kaukaa on kannattavaa kuljettaa biomassaa. Suojakaistojen valjastaminen biokaasulaitosten raaka-aineksi koettiin teknologisesti olevan ehkä liian kallista toteuttaa. Tämän skenaarion saavuttaminen vaatii suuria muutoksia, niin viljelijöiden avarakatseisuudessa kuin tietotaidon kehittämisessäkin. Näin ollen monimuotoisuuden vuoksi tarvitaan entistä enemmän erikoisosaamista ja apua. Tällä hetkellä on pulaa energianeuvojista ja teknologisten innovaatioiden taitajista ja osaajista.

Tässä skenaariossa nähtiin olevan laajasti erilaisia mahdollisuuksia tavoitteiden saavuttamiseksi. Monipuolisen maatalousyrittäjyyden koettiin luovan uutta yritystoimintaa ja työpaikkoja alueilla, joilla on pulaa työpaikoista. Uudet työpaikat voisivat olla niin urakoinnin kuin neuvonnan puolella. Yhteiskunnan suuri tuki aluksi avaisi mahdollisuuden joiden kautta voitaisiin saada aikaan kansainvälisestikin hyödynnettäviä innovaatioita. Nämä parantaisivat Suomen vaihtotasetta, edistäisivät maatalouden monipuolistumista ja energiaomavaraisuutta sekä huoltovarmuutta. Biokaasulaitosten tulisi olla toteutettavissa suuremmissa mitta- luokissa yhden ison tai esim. 2-5 tilan kesken, jolloin investointikustannukset alenisivat. Yksinkertaisin tapa olisi tukea näin tuotetun energian hintaa riittävästi, jolloin uusiutuvan energian tuotanto kehittyisi taloudellisesti kestäväälle ja tehokkaalle pohjalle. Hajautettu energiantuotanto koettiin positiiviseksi, koska silloin kaikki biomassaresurssit voitaisiin valjastaa käyttöön ja mahdolliset energiapiikit tai –vajeet voitaisiin tasata raaka-aineen syötöllä tarpeen mukaan (esim. tekstiviesti kun tarvitaan lisää/ pitää vähentää). Näiden toimien koettiin olevan mahdollisia tukiohjauksen avulla, jotka kannustavat toimimaan paremmin kuin pakotteet, syöttötariffin ollessa olennainen seikka. Skenaario luo mahdollisuudet tavoitteiden saavuttamiselle markkinalähtöisemmin, sillä se mikä tapahtuu toiminnan ja työn kautta edistäen näitä asioita on kestävä kehityksen mukaista. Eroosiota vähentävien ja tehokkaasti ilmakehän tyyppiä hyödyntävien kasvien suu- rempaa tukemista ja laajaperäisempää tuotantoa kannatettiin. Erilaiset innovoinnit pienempiin, miksei suu-

rempiinkin, yksiköihin keräsivät myös kannatusta. Tällaisia ehdotuksia olivat mm. monimuotoisuusaltaat, joissa broilerit ulkoilevat pajukoissa, joka toimii biosuodattimena. Samaa periaatetta voitaisiin soveltaa mökkivesille. Toinen ehdotus oli hyödyntää metsäteollisuuden jätteenä tulevaa märkää selluloosaa, johon imeytettäisiin broilerin lantaa. Tätä massaa voitaisiin käyttää lannoitteena pellolla, sillä puuhun imeytyneestä lannasta haihtuu vain vähän ravinteita. Myös tässä skenaariossa koettiin potentiaalisena mahdollisuutena saavuttaa tavoitteet jos hiilidioksiditonni hintaa voitaisiin muuttaa ja siten hintasuhteita ilmastohillintää edistäviksi. Hiilinieluista saatava pääomatulo koettiin myös hyväksi asiaksi, jota kannattaisi tutkia lisää.

Suurimmat uhat koettiin syntyvän nurmenviljelyn pakottamisella biokaasun raaka-aineeksi, sillä sen koettiin voivan edistää tuilla keinottelua, näennäisviljelyä, vääristävän tuotantoa sekä vähentävän viljanviljelyalaa. Sen nähtiin myös suosivan energiakasvien viljelyä, mikä on pois ruoan tuotannosta ja aiheuttavan omavaraisuusasteen laskua. Energian hintaa tulisi tukea suoraan sen osaprosessien sijaan. Energiantuotantoon lähteminen kun on valtavan suuri investointi maatilalle. Tuen suunnittelu saattaisi pitkittää prosessia, kun laitevalmistajat odottaisivat tukien voimaantumista, jotta voisivat ulosmitata ne itsellensä. Näin ollen joustoja tulisi tutkia syvällisesti tässä asiassa. Ilman suurta pääomaa, ei monikaan maanviljelijä pystyisi ilman suuria alkuinvestointitukia rakentamaan biokaasutuslaitosta. Tämän hetkisen biokaasuinfrastruktuurin puutteellisuus koettiin uhaksi tavoitteiden saavuttamiselle, samoin kuin kierrätysravinteiden käytettävyys. Rajauskysymykset ja kestävyyskriteerit nostettiin esille mahdollisina esteinä tavoitteiden täyttymiselle, sillä EU on kovin tarkka porsaanreikien tukkimisessa. Esimerkiksi luokitellaanko sivujakeiksi huonolaatuinen vilja ja minkä kokoiset jyvät. Liuskekaasun potentiaalin pelättiin muuttavan bioenergiapalettia vuosikymmeniksi.

### 2.6.1. “Energiaa ruoan ohelle” - skenaarion SWOT

Energia ruoan ohelle -skenaarion SWOT–matriisi

Vahvuudet	Heikkoudet
Taloudellinen tuki bioenergiantuotannosta Niukkakasvuisempien peltojen hyödyntäminen biokaasutuksen raaka-aineena Ruoantuotannon omavaraisuus ei järky Energiaomavaraisuuden kasvu Maatalouden asema laajenee ja pitkäjänteistyy yhteiskunnassa Toteutuksen keinot ovat porkkanoita, jotka kannustavat luomaan innovaatioita	Energiantuotannon muuttuminen liian houkuttelevaksi ruoantuotannon suhteen Eloperäisten maiden sitominen nurmituotantoon rajoittaa elinkeinoa Puhtaat viljanviljelytilat kärsivät Tieto-aidon puute Energianeuvojien puute
Mahdollisuudet	Uhat
Monipuoliset ja uudet maatalousyrittäjät Uusia työpaikkoja (urakointi, neuvonta) Uusien innovaatioiden ja tekniikoiden kehittyminen Kansainvälisestäkin hyödynnettäviä innovaatioita Energia- ja lannoiteomavaraisuuden paraneminen Hajautettu energiantuotanto hyödyntää kaikki biomassat Hiilidioksiditonni hinnan muutos mahdollisuudet	Nurmenviljelyn pakottaminen biokaasun raaka-aineeksi Biokaasulaitosinvestointitukien oikea kohdentuvuus Biokaasuinfrastruktuurin puutteellisuus Bioenergian raaka-aineiden rajauskysymykset Liuskekaasun vääristävä vaikutus bioenergiamarkkinoilla

## 2.7. Yhteenveto

Ilmastonmuutos näyttää lisäävän suomalaisen maatalouden suhteellista kilpailukykyä pitkällä aikavälillä. Siksi onkin tärkeätä varmistaa, että maataloudessa panostetaan riittävästi ilmastonmuutokseen sopeutumiseen. Toisaalta on selvää, että maatalouden on omalta osaltaan osallistuttava ilmastonmuutoksen hillintään, joten erityistä huomiota on kiinnitettävä maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen, kustannus-hyöty suhteeltaan tehokkaimpien keinojen ja hiili- ja energianeutraaliuden edistämiseen (Rikkinen ja Aakkula 2011, Niemi ja Rikkinen 2010). Tässä ilmasto- ja energiapoliittinen ohjaus ovat keskeisessä asemassa. Maa- ja elintarviketalous voi vähentää fossiilisen energian kulutustaan, muuttaa toimintatapaansa ja alkaa toimia enenevässä määrin hiilinieluna, lisäämällä bioenergiapohjaisen ja muun uusiutuvan energian hajautettua tuotantoa maaseudulla.

Maataloustuotteiden maailmankaupan vapautumiskehityksen, lähimarkkinoiden kaupankäynnin arvaamattomuuden ja maatalouden tukipolitiikan muutosten myötä kannattavuuden vaihtelu sekä osin sen heikkeneminen Suomen maa- ja elintarviketaloudessa näyttää valitettavan todennäköiseltä. Tämä voi osaltaan vaikuttaa myös mahdollisuuksiin toteuttaa päästövähennyksiä maataloilla, sillä eri hillintäkeinot tuovat tilatasolla toiminnallisia muutoksia ja siten suoria sekä välillisiä kustannuksia. Näitä kompensoimaan tarvitaan myös panostuksia keinoihin (kuten tilusjärjestelyt), jotka toteutuessaan lisäävät sekä tuottavuutta että alentavat tuotantokustannuksia ja ympäristökuormitusta.

Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiskeskustelussa unohdetaan yleensä se tosiasia, että maataloussektorin päästövähennystavoitteet koskevat vain eläinten ruuansulatusta, lannankäsittelyä, lannoitekäyttöä ja oljen polttoa. Tällä hetkellä maankäytön, maankäytön muutoksen ja metsien käytön sektorilta tulevia nieluhyvityksiä tai päästörasitteita ei huomioida maatalouden hyödyksi (hiilinielut) tai rasitteeksi (CO<sub>2</sub> päästöt). Sektori kuitenkin sitoo Suomen vuotuisista päästöistä tällä hetkellä 42 prosenttia, vuonna 1990 se sitoi 20 prosenttia (Statistics Finland 2013).

Maatalouden päästöjen vähennystavoitteen saavuttaminen pelkästään laskemalla lannoitekäyttöä ja sopeuttamalla märehitijöiden määrää on hankalaa ja kallista. Maatalouteen kohdistettavan ilmastopoliittikan näkökulmaa tulisikin laajentaa kattamaan erityisesti maankäyttöön liittyvät ratkaisut, koska maaperän CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentäminen on suhteellisen edullista (Ollikainen ym. 2014). Lisäksi Suomen kannalta päästölaskennassa olennaista on, miten metsien hiilinielu otetaan maakohtaisissa laskelmissa huomioon. Metsät toimivat hiilinieluinä ja -varastoina, ja niistä saatavalla puulla voidaan korvata uusiutumattomia raaka-aineita ja energiaa. Nieluhyvitysten ja päästörasitteiden kattava sisällyttäminen jo olemassa olevaan päästövähennysvelvoitteeseen muuttaisi merkittävästi velvoitteen saavuttamiseen tarvittavia päästövähennyksiä muilla sektoreilla. Suomi olisi hyvän metsänhoidon ansiosta jo käytännössä saavuttanut asetetun vähennystavoitteen verrattuna vuoteen 1990 (Huan-Niemi ja Niskanen 2014). Raportoinnin muutos tekisi viljelijöiden ponnistuksista läpinäkyvämpiä ja kasvattaisi motivaatiota kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tilatasolla.

Vuonna 2013 käynnistynyt energia- ja ilmastotiekartan laatiminen vuoteen 2050 korostaa päästökaupan ulkopuolisten toimialojen päästövähennyskeinojen kustannusvaikuttavuutta laajemmin kuin kansallisten rajojen sisällä. Tiekartassa todetaan, että päästökaupan ulkopuolisten toimialojen päästövähennystavoitteen kattamiseen voidaan käyttää täydennyksenä Suomen ulkopuolella toteutettavia päästövähennyksiä EU:n ja kansainvälisten päätösten mukaisesti, jos päästövähennysten hankkiminen Suomen ulkopuolelta on kestävä ja kokonaistaloudellisesti merkittävästi edullisempaa kuin vähennystoimet Suomessa (TEM 2014). Tämän tekeminen konkreettiseksi Suomen maatalouden osalta olisi eduksi alkutuotannolle, sillä Suomen maatalouden päästöt ovat hyvin marginaalisia globaalisti katsoen.

Päivitetystä ilmasto- ja energiapaketista EU on päättänyt vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä 40 prosenttia vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta. Tavoitteesta päästökaupasektorin osuus on 43 prosenttia, päästökaupan ulkopuolisten alojen 30 ja energiatehokkuuden lisäämisen 27 prosenttia. Tavoitteet ajavat teknologian kehitystä pienempien päästöjen suuntaan. Ilmastotalkoot eivät kuitenkaan etene, mikäli päästövähennyksiin sitoutuneet maat ovat vain EU-jäsenmaita, eikä merkittävämpiä päästöjä aiheuttavat maat osallistu ilmastotalkoisiin.

Strategian valmistelun yhteydessä on hahmoteltu puhtaan energian ohjelma, jonka tavoitteena on tasapainottaa Suomen vaihtotasetta panostamalla tuontia korvaavaan kotimaiseen päästöttömään energiantuotantoon, luoda kymmeniä tuhansia työpaikkoja energiaklusteriin ja vähentää Suomen kasvihuonekaasu- ja siten, että saavutamme EU:n 2050-tavoitteen mukaisen uran vuonna 2025. Ohjelman mukaan Suomeen luodaan puhtaan energian edelläkävijämarkkinat sekä energia- ja ympäristöalan osaamiskeskittymiä ja referenssikohteita. (TEM 2013a). Keskeisin ohjauskeino on päästöoikeuden hinta. Suomen energia- ja ilmastostrategia perustetaan oletukseen, että EU tekee tarvittavat toimenpiteet, jotta päästöoikeuksien hinta vuosina 2020–2030 on selvästi nykyistä korkeampi. EU:n ja kansallisten toimien avulla EU-maat kytkeytyvät entistä tiukemmin osaksi yhteisiä energiaverkkoja (TEM 2013b). On odotettavissa, että vuonna 2030 kaikissa EU-maissa sähkömarkkinat on avattu. Yhtenäistä EU:n laajuista sähkömarkkinaa ei ole saatu aikaan, vaan Euroopassa toimii useita alueellisia sähkömarkkinoita, joiden välillä on siirtoyhteyksiä. Uudet laitoskonseptit lisäävät merkittävästi CHP-laitosten rakennussuhdetta. Tulevaisuudessa pienen mittakaavan hajautettu tuotanto, kuten mikroturbiinit ja polttokennot, tarjoavat pienellekin lämmön ja sähkön kuluttajalle uusia teknologisia mahdollisuuksia. Polttokennojen ennustetaan olevan lupaavin näistä tulevaisuuden hajautetun tuotannon teknologioista.

Hajautetun tuotannon kustannustehokkuus saavutetaan modularisoinnin ja standardoinnin avulla. Laitteiden täytyy olla myös luotettavia ja helppokäyttöisiä. Yhdistämällä useita hajautetun tuotannon laitoksia kehittyneen tietoliikenteen, ohjauksen ja diagnostiikan avulla saadaan aikaan energijärjestelmän kannalta yksi tuotantolaitos eli ”virtuaalilaitos”. Lämmön ja sähkön yhteistuotanto on hyvä esimerkki primäärienergian tehokkaasta käytöstä, sillä siinä integroituvat erilaiset tuotantoprosessit ja energian loppukäyttö. Pitkällä aikavälillä kehitetään laajasti integroituja järjestelmiä, joissa käytetään useita materiaali- ja energialähteitä, ja jotka yhdistävät useita teknologioita erilaisiksi lopputuotteiksi, kuten sähkö, lämpö, jäädytys, suolan poisto merivedestä, puhdas vesi, bioöljy, biokaasu sekä vety. Bioenergia on keskeinen osa Suomen tulevaisuuden energiaratkaisuja, joten monet kehitettävistä teknologioista liittyvät bioenergian entistä tehokkaampaan hyödyntämiseen. Tietoyhteiskunta edellyttää tulevaisuuden sähkön siirto- ja jakeluverkolta suurempaa joustavuutta ja luotettavuutta. Näihin haasteisiin voidaan vastata uusien teknologioiden, kuten tehoelektroniikkaan perustuvien laitteiden, ja paremman reaaliaikaisen valvonnan ja säädön avulla.

Suoraan elinkeinoa vaikeuttaville hillintäkeinoille tilatason hyväksyttävyyttä voi olla vaikea löytää. Näitä ovat esimerkiksi eloperäisten maiden raivauskielto, monivuotisen nurmenviljelyn lisääminen tai säätösala-ojitukseen investointi. Toisaalta osa hillintäkeinoista on myös sellaisia, joista tilatasolla on selviä tuotannollisia ja kustannushyötyjä kuten tilusjärjestelyt, tilojen välisen yhteistyön lisääminen tai rehuviljan säilöntä kuivaamatta. Ollikaisen ym. (2014) mukaan viljelijät ovat valmiit sisäistämään ilmastopolitiikan tavoitteet edellyttäen, että ne eivät lisää byrokratiaa, rajoita tuotantomahdollisuuksia, monimutkaista ohjausjärjestelmää ja luovat toiminnalle positiivisia kannustimia. Siten mm. investointituet (lannankäsittely, biokaasu) tai pitkäaikaisen viherkesanoinnin tai nurmiviljelyn tuki ovat toimivia. Samalla maatalouspolitiikan sekä ilmasto- ja energiapolitiikan ohjausta on suunniteltava siten, että eri politiikkojen ohjaus vie kokonaisuudessaan ilmastollisesti samaan, kestävämpään suuntaan.

## Viitteet

- Heikkilä, A.-M., Niskanen, O., Ovaska, S., Lappalainen, A. & Tauriainen, J. 2014. Maidontuotannon muutoksessa haasteita ja mahdollisuuksia. Maitotilojen rakennemuutos hallintaan -hankkeen loppuraportti. MTT Raportti 159. Saatavilla: <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti159.pdf>
- Huan-Niemi, E ja Niskanen, O. 2014. Päästövähennysten laskentatapa muutettava vastaamaan todellisuutta. Yliökirjoitus, Maaseudun tulevaisuus 10.11.2014.
- ”Ilmasto- ja energiapolitiikan tulevaisuuden vaihtoehdot ja vaikutukset maatalouspoliittisen toimintaympäristön muutoksessa (ILVAMAP) -hankkeen tilatason simulointi ja Delfoi-aineistot.
- Känkänen H., Keskitalo M., Riiko K. (2011) Kerääjäkasvit –tutkimuksesta käytännön kokemuksiin.
- Kässi, P., Lehtonen, H., Rintamäki, H., Oostra, H., Sindhöj, E. (2013) Economics of manure logistics, separation and land application. Knowledge report, Baltic Manure WP 3 Innovative technologies for manure handling. October 2013. 33 p.  
[http://www.balticmanure.eu/download/Reports/batman\\_economics\\_291013\\_pellervo\\_web.pdf](http://www.balticmanure.eu/download/Reports/batman_economics_291013_pellervo_web.pdf)
- Kässi, P., Lötjönen, T. ja Niskanen O. 2014. Maatilojen energiankäytön kasvihuonekaasujen vähentäminen: bioenergiaa vai tuoresäilöntää? Maataloustieteen päivät 2014.
- Kässi, P. ja Niskanen, O. Sukupuolilajittelulla tuottavuutta nautasektorille. Nauta-lehti 2/2014.
- Lehtonen, H., Liu, X., Purola, T. 2015. Balancing Climate Change Mitigation and Adaptation with the Socio-Economic Goals of Farms in Northern Europe.
- LUKE 2015. Maatalouden rakennekehitys. Saatavilla: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/taloustohtori>
- LVM 2013. Tulevaisuuden käyttövoimat liikenteessä. Työryhmän loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 15/2013. Saatavilla: [http://www.lvm.fi/docs/fi/2497123\\_DLFE-19513.pdf](http://www.lvm.fi/docs/fi/2497123_DLFE-19513.pdf) (13.11.2014)
- Mikkola 2012. Hannu Mikkola. Peltoenergian tuotanto Suomessa – potentiaali, energiasuhteet ja nettoenergia. Helsingin yliopisto. Maataloustieteiden laitoksen julkaisuja 10. 2012.
- MMM 2014. Maatalouden ilmasto-ohjelma - askeleita kohti ilmastoystävällistä ruokaa. Saatavana [http://www.mmm.fi/attachments/ruoka/CY134DPvJ/Maatalouden\\_ilmasto\\_ohjelma\\_WEB\\_SIVUT.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/ruoka/CY134DPvJ/Maatalouden_ilmasto_ohjelma_WEB_SIVUT.pdf)
- Niemi, J ja Rikkinen, P. (Toim.). 2010. Maatalouspoliittisen toimintaympäristön ennakointi - Miten käy kotimaisen elintarvikeketjun? MTT Raportti 7: 123 s.
- Niskanen, O. ja Lehtonen, E. 2014. Maatilojen tilusrakenne ja pellonraivaus Suomessa 2000-luvulla. MTT Raportti 150. 29 s. <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti150.pdf>
- Niskanen, O., Rikkinen, P., Lehtonen, H., Regina, K. ja Ahvenjärvi, S. 2013. Rypsiöljyisiä ruokinnassa leikkaa päästöjä. Maatilan Pellervo, Eläin-liite 10/13. s. 32-34.
- Ollikainen, M., Järvelä, M., Peltonen-Sainio, P., Grönroos, J., Lötjönen, S., Kortetmäki, T., Regina, K., Hakala, K and Palosuo, T. 2014. Ympäristöllisesti ja sosiaalisesti kesätävä ilmastopolitiikka maataloudessa. Suomen ilmastopaneeli Raportti 1/2014
- ”Poliittisten ohjauskeinojen arviointi ja kehittäminen luonnonvarojen kestävä hyödyntämisen edistämiseksi (POLKEVA)” -hankkeen Delfoi -aineistot
- Regina, K., Lehtonen, H., Palosuo, T ja Ahvenjärvi, S. 2014. Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt ja niiden vähentäminen. MTT Raportti 127: 42 p
- Rikkinen, P ja Aakkula, J. 2011. Miltä maatalous näyttää vuonna 2030: vaihtoehtoisia skenaarioita. Suomen siipikarja 1/2011: 6-8
- Statistics Finland 2013 Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2011. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol 15.4.2013. <http://www.stat.fi/greenhousegases>
- TEM 2013a, Kansallinen energia- ja ilmastostrategia – Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 20. päivänä maaliskuuta 2013 VNS 2/2013 vp. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja – Energia ja ilmasto – 8/2013. Saatavilla: [https://www.tem.fi/files/36730/Energia\\_ ja\\_ilmastostrategia\\_2013\\_SUOMENKIELINEN.pdf](https://www.tem.fi/files/36730/Energia_ ja_ilmastostrategia_2013_SUOMENKIELINEN.pdf) (21.10.2014)
- TEM 2013b, Kansallinen energia- ja ilmastostrategia – Taustaraportti. Saatavilla: [https://www.tem.fi/files/36279/Kansallinen\\_energia\\_ ja\\_ilmastostrategia\\_taustraraportti.pdf](https://www.tem.fi/files/36279/Kansallinen_energia_ ja_ilmastostrategia_taustraraportti.pdf) (21.10.2014)
- TEM 2014. Energia- ja ilmastotiekartta 2050. Saatavana: [https://www.tem.fi/ajankohtaista/vireilla/strategiset\\_ohjelmat\\_ ja\\_karkihankkeet/energia\\_ ja\\_ilmastotiekartta\\_2050](https://www.tem.fi/ajankohtaista/vireilla/strategiset_ohjelmat_ ja_karkihankkeet/energia_ ja_ilmastotiekartta_2050)
- Tiilikkalala, K. 2014. Biohiili kohentaa kompostoinnin uudelle asteelle. MTT tiedote 24.10.2014

### 3. Fossiilisen energian korvaamisen mahdollisuudet uusiutuvalla energialla alkutuotannossa

Winfried Schäfer

Tässä luvussa käsitellään fossiilisten polttoaineiden käyttöä maatilatasolla ja tarkastelu rajoittuu, rahoittajan toivomuksen mukaan, tilatason toimenpiteisiin, eli systeimirajana on maatila. Menetelmän fysikaaliset perustelut, tietomateriaalit, yksityiskohdat ja niiden taustat löytyvät englanninkielisestä raportista<sup>1</sup>.

Tässä osiossa tarkastellut menetelmät ovat peräisin energia-analyysejä tekevien johtavien tutkijoiden julkaisuista (ISAER 2014). Johtopäätökset perustuvat myös "The Factor 10 Institute" asiantuntijoiden julkaisuihin (Factor 10 Institute 2014, Schmidt-Bleek ym. 2014, Wrisberg ym. 1997). Lisäksi tarkastelussa on käytetty HY projekteissa, "Energy positive farm (ENPOS)" ja "Energia Akatemia", tuotettuja materiaaleja (ENPOS 2014, Energia-akatemia 2014).

#### Keskeiset tulokset

- Fossiilisten polttoöljyjen korvaaminen uusiutuvilla polttoaineilla lisää energian kulutusta ja maataloustuotannon tuotantokustannuksia. Fossiilisten polttoöljyjen kulutuksen säästöpotentiaali on noin 20 %, mikä vastaa noin 0,15 t CO<sub>2</sub> eq/ha. Esimerkiksi kuivurin eristämisen vaikutus on 10–20 % ja ylikuivaamisen välttämisen vaikutus on 10–20%. Hyvin eristetyssä eläinsuojassa voidaan lämmönvaihtimilla korvata yli 90 % tarvittavasta lämmitysenergiasta, kun lämmönvaihtimen hyötysuhde on 30 %. Työkoneiden moottoreiden kuormituspistettä ja työkoneiden säätöjä muuttamalla voi olla myös suuri energian säästövaikutus. (Energia-akatemia 2014.)
- Huomattavasti tehokkaampi hiilidioksidipäästöjen vähentämiskeino on epäsuoran fossiilisen energiakäytön vähentäminen. Suurin potentiaali lienee maatilojen tuotannon monipuolisuuden edistämisessä. Luonnonmukainen tuotanto sekä monitoiminnalliset maatalousyritykset perustuvat tällaiselle ajatustavalle. Valitettavasti Suomessa on vain kaksi maatilaa tiedossa, jotka toimivat näin. Mittaustietoja näiltä tiloilta ei ole tiedossa. Kuitenkin, niiden tilojen ravinne- ja energiataseen mittaaminen olisi erittäin tärkeää CO<sub>2</sub> vähennyspotentiaalın määrittämiseksi. Ulkomaisten tutkimustulosten mukaan vähentämispotentiaalia on noin 50 % (FAO 2003, Gattinger ym. 2012, Mäder ym. 2002, Skinner ym. 2014.).
- Maatilalla ja/tai maaseudulla tuotettu uusiutuva moottoripolttoaine ei ole toistaiseksi kilpailukykyinen fossiilisten moottoripolttoaineiden kanssa EROI luvuilla mitattuna.
- Maataloudessa tehokkain tapa vähentää Suomen CO<sub>2</sub> päästöjä olisi käyttää maataloustuotteiden entropia hyväksi. Näin säästettäisiin fossiilisen energian kulutusta maatalan ulkopuolella (esim. kuitukasvista tuotetut eristeet tai raaka-aineita, jotka korvaavat fossiilisella energialla tuotetut tuotteet).
- Fossiilisen moottoripolttoöljyjen korvaaminen uusiutuvilla polttoaineilla tarkoittaa valtiolle huomattavia veromenetyksiä (dieselöljy 46,6 sentti/litraa vuonna 2013, Tilastokeskus 2014).

<sup>1</sup>Tämä luku on englanninkielisen raportin yhteenvedo. Raportin voi tilata osoitteesta winfried.schafer@luke.fi. Luvun kielentarkistuksen teki Heidi Rintamäki.



### 3.1. Energiahuollon energian tarve (EROI)

Fossiilisen energiankäytön vähentämisen vaikutuksen mittarina käytetään niin sanottua EROI (energy return on investment) mittaria (Mulder ja Hagens 2008, Hagens ja Mulder 2008). Se on energiantuotannon hyötysuhdetta kuvaava suhdeluku ja sillä mitataan, paljonko energia tarvitaan ”tuottamaan” energiaa. Se voidaan ilmaista seuraavan kaavan avulla:

$$EROI = \frac{\text{energy output}}{\text{energy input}} - 1.$$

Positiivinen EROI luku tarkoittaa energiaylijäämää ja negatiivinen EROI luku energia-alijäämää. EROI luvun ollessa nolla, energian tuotantoon kuluu energiaa saman verran kuin siitä saadaan. Suurimmalla osalla uusiutuvista energianlähteistä on alhaisempi EROI luku, kuin fossiilisella energialla. Mitä suurempi uusiutuvan energian EROI luku on, sitä taloudellisempi ja energiatehokkaampi fossiilisen energian korvaaja se voisi olla. IEA arvioi, että vuodesta 2020 lähtien hiili tulee olemaan tärkein maaöljyä korvaava energianlähde (BP 2014, IEA 2014, Davis ja Socolow 2014). Tämä tarkoittaa, että fossiilisen energian EROI laskee vuoteen 2030 mennessä hyvin vähän.

#### Esimerkki EROI luvun soveltamisesta

Maatila kuluttaa 100 energiayksikköä fossiilista polttoainetta, jonka tuotannon EROI on 20. Siten fossiilisen energian kokonaiskulutus on  $100 + 100/20 = 105$  fossiilista energiayksikköä. Mikäli maatila korvaa fossiilista polttoainetta uusiutuvilla polttoaineella, jonka tuotannon EROI on 2, uusiutuvan energian kokonaiskulutus on  $100 + 100/2 = 150$  uusiutuvaa energiayksikköä. Mikäli energiapanos pysyy samana, olisi vain 70 ( $105 = 70 + 70/2$ ) uusiutuva energiayksikköä käytettävissä.

Auto kuluttaa 100 yksikköä bensiiniä, jonka EROI on 4,25. Sitten fossiilisen energian kulutus on  $100 + 100/4,25 = 124$  fossiilista energiayksikköä. Mikäli bensiini korvataan sokeriruokoetanolilla, jonka EROI on 0,2, uusiutuvan energian kulutus on  $100 + 100/0,2 = 600$  uusiutuvaa energiayksikköä. Mikäli energiapanos pysyy samana, olisi vain 21 ( $124 = (20,7 + 20,7)/0,2$ ) uusiutuvaa energiayksikköä käytettävissä.

Tämän hetkistä huipputasoa edustava näkemys on, että biomassoista tuotetut polttoaineet eivät voi vähentää CO<sub>2</sub> päästöjä, korvatessaan fossiilista polttoainetta. Crafoord price palkinnon voittaja H. T. Odum on todennut: "Because global consumption of fuels is occurring faster than their production by the environment, carbon dioxide has been increasing, affecting the climate. By using the fuels with the highest EMERGY yield ratio, we generate the most EMERGY contribution with the least release of carbon dioxide." ja "Although biomass is more renewable, its EMERGY yield ratio is less than that of fossil fuels, and substitution would not reduce carbon dioxide release" (Odum 1996). IPCC -raportti vahvistaa tämän päätelmän (IPCC 2014).

Tutkimustulokset, joissa todetaan, uusiutuvan energian biomassan olevan kilpailukykyinen vaihtoehto fossiiliselle moottoripolttoaineelle ovat kyseenalaisia, vaikka niiden EROI luku on positiivinen (Giampietro ja Mayumi 2008). Fotosynteesin kautta syntyy muutakin kuin pelkkää biomassaa. Kasvien siemenet sisältävät mm. geneettistä informaatiota, jota ei voida korvata. Yksi biomassan arvon mittari, joka ei ota huomioon ainoastaan energiasisältöä, on entropia ja toinen on muunnossuhde (transformity). Muunnossuhde kertoo, montako kilowattia aurinkoenergiaa tuotteen tai palvelun kilowattia kohti tarvitaan. Eri energialajien kilowattitunnit eivät ole samanarvoisia työpotentiaaliltaan (Costanza 1980, Brown ja Ulgiati 2004). Tarvitaan noin 1000 kWh suoraa ja epäsuoraa aurinkoenergiaa tuottamaan yksi kWh sisältävää biomassaa, noin 40 000 kWh yhteen kWh kivihiihtä, noin 170 000 kWh tuottamaan 1 kWh sähköä ja yli 10 miljoona kWh tuottamaan yksi palvelukilowatti. Mitä suurempi luku on, sitä korkeampi on energian laatu, mutta sitä vähemmän energiaa se sisältää, samalla sen entropia on alhainen. Arvokkaissa tuotteissa on vähemmän energiaa, mutta enemmän aurinkoenergiaa. Luvut ovat suurimmat perintöaineissa, kuten geeneissä.

### 3.2. Fossiilisen energian kulutus maataloudessa

Tehokkain ja yksinkertaisin keino vähentää fossiilisten polttoaineiden CO<sub>2</sub> päästöjä maatilatasolla on fossiilisia polttoaineita kuluttavien työvaiheiden ulkoistaminen, eli niiden siirtäminen systeemirajan ulkopuolelle. Esimerkiksi, maanviljelijä voi hankkia palvelun urakoitsijalta ja edellyttää, että urakoitsija suorittaa peltotyöt käyttäen koneissaan biodieseliä. Maanviljelijä voi korvata lämmityksen ja kuivurin tarvitseman polttoöljyn hakelämmitysjärjestelmällä ja ostaa ekosähköä. Silloin fossiilisten polttoaineiden ja sähkön CO<sub>2</sub> päästöjen vähentäminen saavuttaa melkein 100 %, mutta osittain urakoitsijan ja ekosähkötuotantopotentiaalnin kustannuksilla. On ilmeistä, että nämä toimenpiteet eivät vähennä Suomen CO<sub>2</sub> tasetta.

Epäsuorien fossiilisten energiapanosten laskeminen (esim. palvelut, koneet, lannoitteet) edellyttävät tuotantotietämystä maataloussektorin, eli maatalon systeemirajan ulkopuolelta. Laskelma tulee erittäin haasteelliseksi, kun panoksena on tuontitavara eri maista, sillä standardeja laskentatavoista, ei vielä ole. Vielä hankalampaa on laskea palveluiden sisältämä fossiilisen energian määrä, joista tiedetään vain hinta, esim. vakuutukset, vuokrat, maataloustuet, maksut viranomaisille, neuvontapalvelut. Siksi niitä ei yleensä oteta huomioon energia-analyseissa.

#### Maatalouden energia-analyysin ongelmakohdat

- Analyysimenetelmä ei kuvaa maataloustuotannon luonnosta riippuvia olosuhteita
- Systeemirajan standardeja ei ole olemassa
- Kaikkien huomioon otettavien panosten standardeja ei ole olemassa
- Termodynaamisia lakeja ei huomioida (energia voidaan muuntaa eikä ”tuottaa”, entropia, muunnossuhde) (Tilley 2004)
- Suora, epäsuora, fossiilinen ja primaarienergia sekoitetaan keskenään
- Tulokset ovat usein riippuvaisia tutkimuksen päämäärästä ja rahoittajista
- Käytettävien tilastojen tiedot eivät ole aina jäljitettävissä

Yksinkertaisin menetelmä määrittää tavaroiden ja palveluiden sisältämä energia on käyttää energiaintensiteettiä. Energiaintensiteetti on tapana laskea energian kokonaiskulutuksen ja bruttokansantuotteen suhteena, eli energian panos jaettuna bruttokansantuotteella (BKT). Yksikkönä käytetään kWh/€. Energiaintensiteettikertoimia on olemassa erilaisia, riippuen käytettävästä energiasta (fossiili, primaari) ja tarkasteltavasta maantieteellisestä talousalueesta. Primaarienergia sisältää myös ydinenergian ja uusiutuvan energian. Esimerkiksi maailman primaarienergiaintensiteetti on maailman primaarienergian kulutuksen ja maailman BKT:n kerroin. Kertomalla jonkun tavaroiden tai palvelun hinnan energiaintensiteetillä, on mahdollista karkeasti arvioida, paljonko energiaa kyseessä oleva tuote tai palvelu sisältää. Tässä tarkastelussa on käytetty seuraavia energiaintensiteettikertoimia:

	Suomi	Maailma
Fossiilinen energiaintensiteetti kWh/€	1,34	3,01
Primaarienergiaintensiteetti kWh/€	2,56	3,30

Lähteet: TEM 2011, Tilastokeskus 2012a, Tilastokeskus 2013, EIA 2014, OECD/IEA 2012, World Bank 2014a, World Bank 2014b.

Suomen kertoimet koskevat vain Suomessa tuotettujen tuotteiden ja palveluiden energiasisältöä, maailman kertoimet ottavat huomioon globalisoidun maailmatalouden. Energian kulutuksen laskeminen energiaintensiteetin avulla ei ole tarkkaa, eikä sitä voida soveltaa tavaroihin, jotka kuluttavat paljon energiaa, kuten esimerkiksi mineraalilannoitteet, tai jotka kuluttavat vähän energiaa, kuten fossiiliset polttoaineet. Kehittyneillä teollisuustavaroilla ja palveluilla tulokset ovat kuitenkin vähintään yhtä tarkkoja kuin elinkaa-

riarvioinnin (LCA) avulla saadut tulokset. Verrattuna energia-analyysimenetelmiin, energiaintensiteettilaskelmat ovat huomattavasti nopeammin tehtävissä.

Suomen maatalouden energiankulutus vuonna 2010 on kuvattu taulukossa 3 ja taulukkoon 4 on koottu Suomen maatalouden energiankulutus vuonna 2010 kokonaisenergiaintensiteetin avulla laskettuna. Kuvassa 3 on kuvattu Suomen maatalouden energiankulutus ja jakauma vuonna 2010 ja kuvasta 4 on nähtävillä Suomen maatalouden fossiilisen energian päästöt ja niiden jakaumat vuonna 2010.

**Taulukko 3.** Suomen maatalouden energiakulutus vuonna 2010, massan perusteella laskettuna.

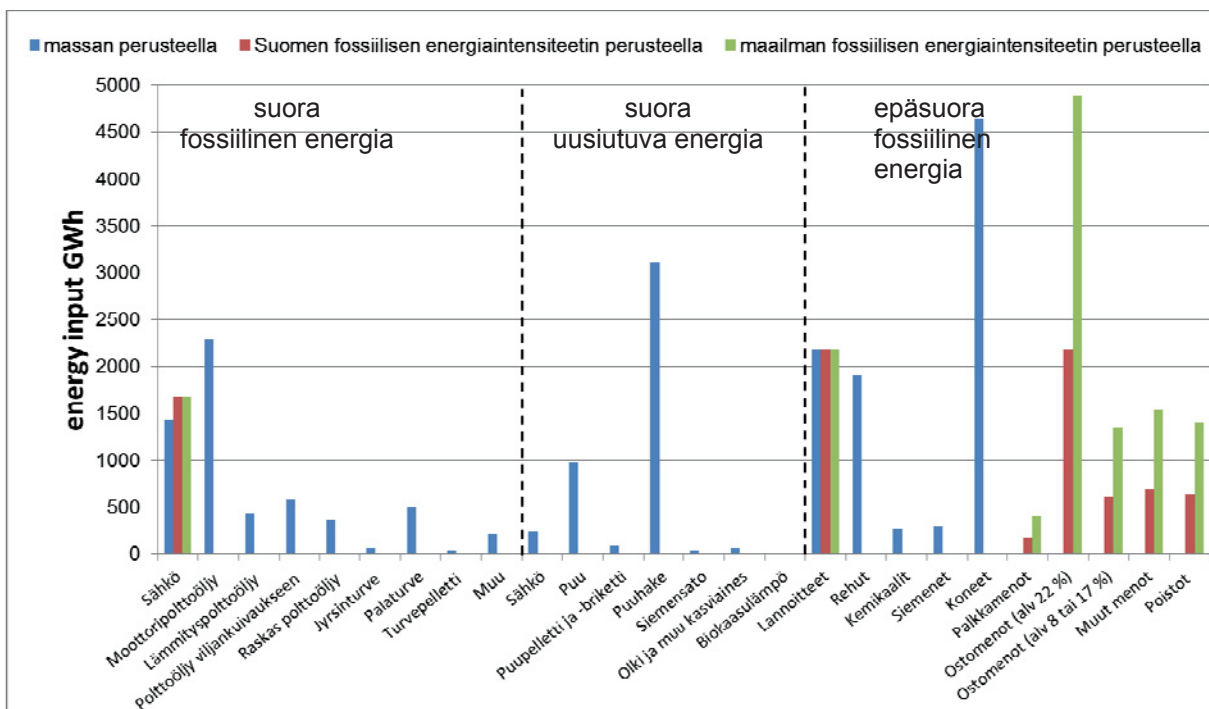
<b>Suora fossiilinen energia</b>	<b>GWh suora energia</b>	<b>t CO<sub>2</sub> eq</b>	<b>% CO<sub>2</sub> eq</b>
Uusiutuva energia	4 533	0	0
Fossiilinen energia	5 906	1 902 442	41
<b>Summa suora energia</b>	<b>10 439</b>	<b>1 902 442</b>	<b>41</b>
<b>Epäsuora fossiilinen energia</b>	<b>GWh epäsuora energia</b>		
Lannoitteet	2 171	642 624	14
Rehut	1 915	566 732	12
Kemikaalit	260	76 930	2
Siemenet	288	85 182	2
Koneet	4 646	1 375 232	30
<b>Summa epäsuora energia</b>	<b>9 279</b>	<b>2 746 701</b>	<b>59</b>
<b>Kokonaisenergia</b>	<b>19 718</b>	<b>4 649 143</b>	<b>100</b>

Lähteet: Energiateollisuus 2014, IPCC 2006, Motiva 2010, Nyholm ym. 2005, Risku-Norja 2002, Soimakallio ja Saikku 2012, Suomen Biokaasuyhdistys 2014, TEM 2013, Tike 2011a, Tike 2011b, Tilastokeskus 2004, Tilastokeskus 2009, Tilastokeskus 2012b.

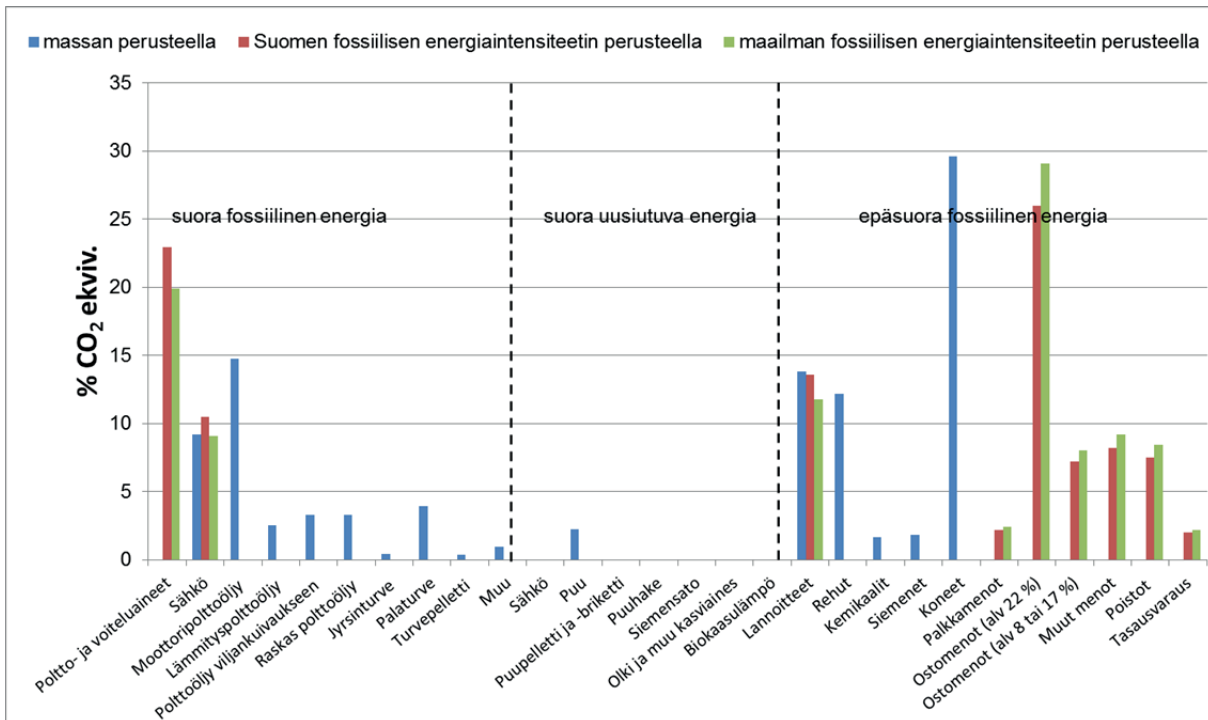
**Taulukko 4.** Suomen maatalouden energiakulutus vuonna 2010 kokonaisenergiaintensiteetin perusteella laskettuna, (Intensiteetin kertoimet: Suomi 2,64 kWh/€, maailma 3,3 kWh/€)

Suora fossiilinen energia	Suomi	Maailma	Suomi	Maailma	Suomi	Maailma
	GWh	GWh	t CO <sub>2</sub> eq	t CO <sub>2</sub> eq	% CO <sub>2</sub> eq	% CO <sub>2</sub> eq
Poltto- ja voiteluaineet	3 673	3 673	1 183 148	1 183 148	23	20
Sähkö	1 674	1 674	539 229	539 229	10	9
<b>Summa suora energia</b>	<b>5 347</b>	<b>5 347</b>	<b>1 722 377</b>	<b>1 722 377</b>	<b>33</b>	<b>29</b>
Epäsuora fossiilinen energia						
Palkkamenot	344	443	110 838	142 841	2	2
Ostomenot (alv 22 %)	4 159	5 359	1 339 554	1 726 339	26	29
Ostomenot (alv 8 tai 17 %)	1 149	1 481	370 070	476 924	7	8
Muut menot	1 313	1 692	422 866	544 965	8	9
Poistot	1 204	1 551	387 734	499 689	8	8
Tasausvaraus	316	407	101 684	131 044	2	2
Lannoitteet ja kalkki	2 171	2 171	699 332	699 332	14	12
<b>Summa epäsuora energia</b>	<b>10 655</b>	<b>13 104</b>	<b>3 432 078</b>	<b>4 221 135</b>	<b>67</b>	<b>71</b>
<b>Energy input yhteensä</b>	<b>16 002</b>	<b>18 451</b>	<b>5 154 454</b>	<b>5 943 511</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Lähteet: IEA 2014, OECD/IEA 2012, Tike 2011a, Tilastokeskus 2012c, World Bank 2014a, World Bank 2014b.



**Kuva 3.** Suomen maatalouden energiakulutus (16 – 19,7 TWh) ja jakauma vuonna 2010. Lähteet: Energia-teollisuus 2014, IEA 2014, IPCC 2006, Motiva 2010, Nyholm ym. 2005, OECD/IEA, Risku-Norja 2002, Soimakallio ja Saikku 2012, Suomen Biokaasuyhdistys 2014, Tike 2011a, Tike 2011b, Tilastokeskus 2004, Tilastokeskus 2009, Tilastokeskus 2012a, Tilastokeskus 2012b, World Bank 2014a, World Bank 2014b.



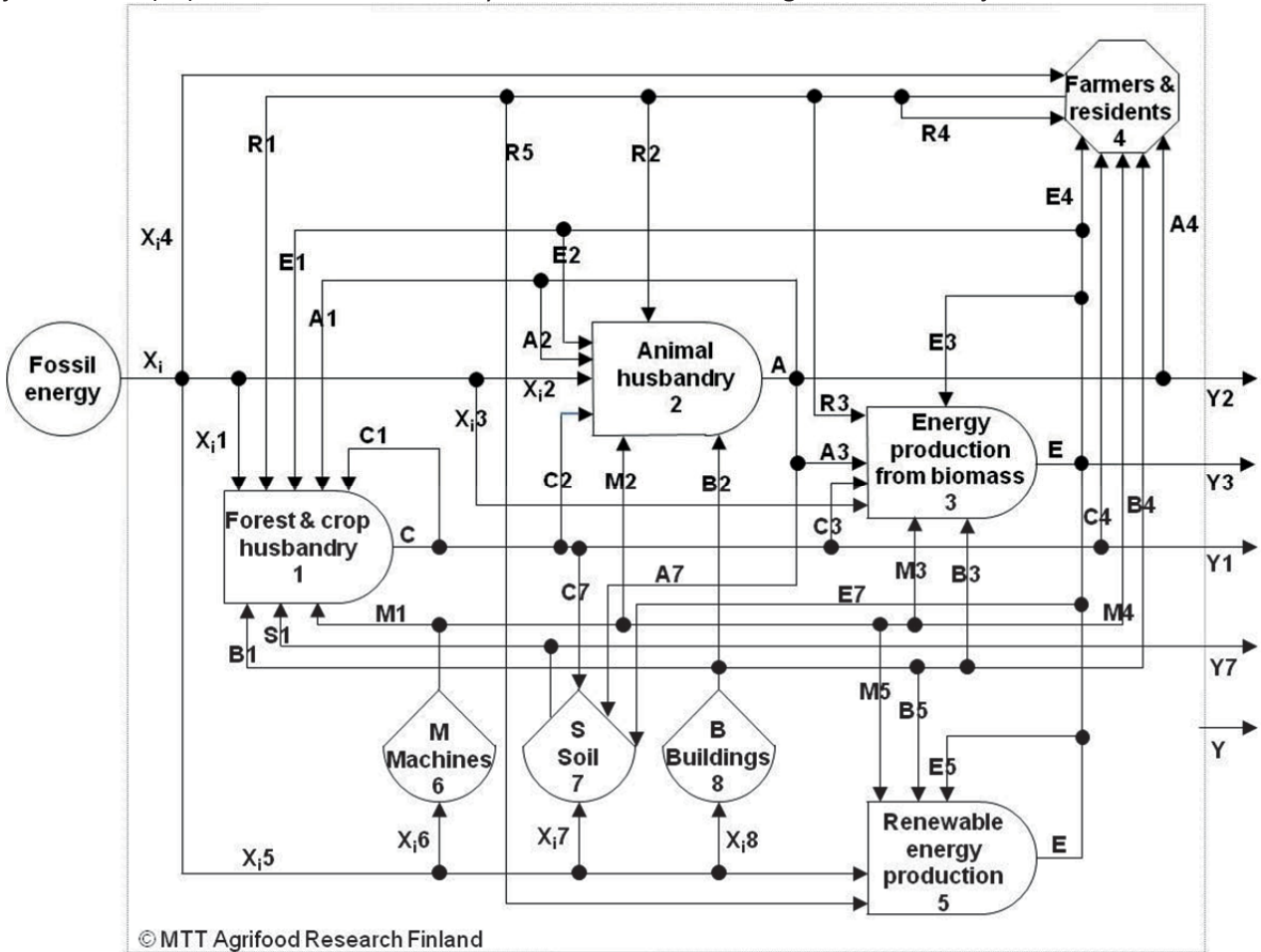
**Kuva 4.** Suomen maatalouden fossiilisen energian päästöt (4,7–5,9 milj t CO<sub>2</sub> ekv) ja jakauma vuonna 2010. Lähteet: Energiategollisuus 2014, IEA 2014, IPCC 2006, Motiva 2010, Nyholm ym. 2005, OECD/IEA 2012, Risku-Norja 2002, Soimakallio ja Saikku 2012, Suomen Biokaasuyhdistys 2014, Tike 2011a, Tike 2011b, Tilastokeskus 2009, Tilastokeskus 2012a, Tilastokeskus 2012b, World Bank 2014a, World Bank 2014b.

#### Johtopäätökset Suomen maatalouden energiakulutuksen jakautumisesta

- Suomen maatalous kuluttaa enemmän energiaa kuin sen tuottamat tuotteet sisältävät.
- Suurin osuus suoran energian CO<sub>2</sub> päästöistä ovat moottoripolttoöljy (36 %) ja sähkö (22 %). Uusiutuvan energian osuus suorasta energiasta on noin 43%.
- Fossiilisten moottoripolttoaineiden osuus maatalouden fossiilisen kokonaisenergian päästöstä on 15 % (massan perusteella) ja poltto- ja voiteluaineiden osuus on 21–31 % fossiilienergiaintensiteetin perusteella, eli pieni.
- Epäsuora fossiilinen energiakulutus on noin 55–69 % kokonaisenergiakulutuksesta.
- Suurin CO<sub>2</sub> vähennyspotentiali löytyy paljon epäsuoraa fossiilista energiaa sitovista koneista ja/tai ostomenoista ja lannoitteista.
- Fossiilisten polttoaineiden EROI on 5–17, primaarienergian EROI on 6–8.

*Tilamalli, jolla arvioidaan fossiilisen energian käytön vähenemisen vaikutus*

Fossiilisen energiankäytön vähentämisen vaikutuksia tutkitaan seuraavan tilamallin avulla, jossa kuvataan sekä suorat että epäsuorat energiavirrat. Energiavirta kuvassa 5 kulkee nuolien suunnan mukaan, lähtökohdaisesti vasemmalta oikealle. CO<sub>2</sub> taseen vuoksi tarvitaan vain fossiilinen (suora ja epäsuora) energiavirta. Fossiilinen (suora ja epäsuora) energia tulee systeimirajan (tilan fyysisen rajan) ulkopuolelta. Tilan systeimirajan sisäpuoli käsittää *prosesseja* (kasvituotanto #1, eläintuotanto #2, energiahuolto #3 ja/tai #5), *varastoja* (konekanta #6, maaperän ravinteet ja hiili #7 ja rakennuskanta #8) sekä *viljelijän/yrittäjän, työvoiman ja asukkaat* (#4). Taulukossa 5 on esitetty kuvan 5 esittämän energiavirran muuttujat.



**Kuva 5.** EROI laskelman malli tiloille ja maaseudulle.  $X_i$  = panokset (eri panoslajien summa  $i = 1 \rightarrow n$ ),  $Y$  = tuotokset ja päästöt, C = kasvituotanto ja metsä, A = eläintuotanto, B = rakennuskanta, E = uusiutuva energianhuolto biomassasta (prosessi #3) ja muista energialähteistä (prosessi #5), M = konekanta, R = viljelijät ja asukkaat, S = maaperä, Y = tuotokset.

**Taulukko 5.** Energiavirran muuttujat ja esimerkkejä

<b>Panokset:</b>		<b>Uusiutuva energianhuolto biomassasta:</b>	
$X_i$	suora ja epäsuora fossiilinen polttoainepanos	<b>E1</b>	uusiutuva energia
$X_{i1}$	diesel, lannoitteet	<b>E2</b>	lämpö, sähkö
$X_{i2}$	diesel, sähkö	<b>E3</b>	uusiutuvan energian omakulutus
$X_{i3}$	sytytysdiesel kaasumoottorille	<b>E4</b>	uusiutuva energia asukkaille
$X_{i4}$	pihan hoito, lämmitys, kulutustavarat	<b>E5</b>	uusiutuvan energian tuotannon omakulutus
$X_{i5}$	korjaukset, palvelut	<b>E7</b>	uusiutuvan energian tuotantojäännökset
$X_{i6}$	koneiden valmistus ja ylläpito	<b>Konekanta:</b>	
$X_{i7}$	maan raivaus ja salaojitus	<b>M1</b>	kasvituotannon koneet
$X_{i8}$	rakennusaineet, rakentaminen ja rakennusten ylläpito	<b>M2</b>	eläintuotannon koneet ja laitteet
<b>Eläintuotanto:</b>		<b>M3</b>	energiatuotannon koneet ja laitteet
<b>A1</b>	hevostyö	<b>M4</b>	kulkuneuvot ja koneet kuljetukseen ja pihan hoitamiseen
<b>A2</b>	jälkikasvu	<b>M5</b>	energiahuollon koneet ja laitteet
<b>A3</b>	lanta energiahuoltoon	<b>Viljelijät ja asukkaat:</b>	
<b>A4</b>	maitoa, lihaa, munia tilan asukkaille	<b>R1</b>	kasvituotannon työvoima
<b>A7</b>	lanta, komposti	<b>R2</b>	eläintuotannon työvoima
<b>Rakennuskanta:</b>		<b>R3</b>	energiahuollon työvoima
<b>B1</b>	kasvituotannon rakennukset	<b>R4</b>	pihan ja kotitalouden työvoima
<b>B2</b>	eläintuotannon rakennukset	<b>R5</b>	energiahuollon työvoima
<b>B3</b>	energiatuotantolaitos	<b>Maaperä:</b>	
<b>B4</b>	asuintalot ja muut rakennukset	<b>S1</b>	kasvituotannon ravinteet
<b>B5</b>	tuulimylly, biopolttoainetehtas	<b>Tuotokset, päästöt, jätteet, kulutettu energia ja häviöt:</b>	
<b>Kasvintuotanto ja metsä:</b>		<b>Y1</b>	elintarvikkeiden raaka-aineet, rehut, kuidut, energiakasvit ja puu
<b>C1</b>	siemenet, taimet	<b>Y2</b>	eläimiä, maitoa, lihaa, munia, turkkia
<b>C2</b>	tilalle tuotettu rehu	<b>Y3</b>	uusiutuva energia
<b>C3</b>	energiatuotannon kasvibiomassa	<b>Y7</b>	maaperän eroosio, ravinteiden huuhtoutuminen
<b>C4</b>	elintarvikkeiden raaka-aineet, kuidut, energiakasvit ja puu tilalle		
<b>C7</b>	kasviresiduaalit ja juuret		

### 3.2.1. Vaihtoehtoja vähentämään fossiilista polttoainetta kasvintuotantotiloilla

- Panosten  $X_i$  vähentäminen: korvataan fossiilinen polttoaine uusiutuvalla ja ostetaan ekosähköä. Tämän seurauksena tuotantokustannukset nousevat. CO<sub>2</sub> tase laskee tilatasolla, mutta kansallinen CO<sub>2</sub> tase saattaa lisääntyä, koska uusiutuvan energian EROI luku on fossiilisen energian EROI lukua pienempi.
- Panosten  $X_i$  vähentäminen: Palkokasveilla voidaan korvata typpilannoitteita, osa viljasadosta voidaan käyttää siemeninä (C1), ja orgaaniset jätteet voidaan kiertää (C1, C4). Tämän seurauksena päästöt Y1 (elintarvikkeiden, rehujen, kuitujen ja puun sato) ja Y7 (CO<sub>2</sub> ja ravinteiden päästöt) saattavat laskea. Osaa näistä toimenpiteistä toteutetaan luonnonmukaisessa viljelyssä. Tuotantokustannukset nousevat.
- Korvataan osa konetyöstä hevosilla. Rydberg ja Jansen (2002) mukaan hevosten käyttämisestä panoksista 60 % on uusiutuvia, traktorin 9 %. Korvaamalla osa konetyöstö hevosuudella panokset  $X_{i1}$  (diesel, lannoitteet) ja  $X_{i6}$  (koneiden valmistus ja ylläpito) laskevat päästöjen Y1 (elintarvikkeiden raaka-aineet, rehut, kuidut, energiakasvit ja puu) kustannuksilla. Kasvintuotannon työvoima, R1 nousee huomattavasti. Lannoitteet voidaan osittain korvata kompostilla. CO<sub>2</sub> tase laskee kestävästi. Toimenpide ei päde isoilla maatiloilla, mutta luo synergiaa monitoiminta- ja hoivamaatiloille.
- Korvataan traktori auringonenergiakäyttöisellä gantry-tekniikalla, täsmäviljelytekniikan yhteydessä. Ganty on itsekulkeva työkoneerunko, jonka kaistaleveys on 2–24 metriä. Maantiellä kone kulkee poikittain. Sen runkoon voidaan kiinnittää kaikki peltoviljelyn tarvitsemat työkoneet. Ganty-tekniikka voidaan yhdistää myös hevosten käyttöön. (Schäfer 2002, Schäfer 2003.) Vaikka tämän tekniikan teknologiset rakenneosat ovat markkinoilla (gantry kasvihuoneessa, fotovoltaik) koneet eivät ole vielä maatalouskonemarkkinoilla saattavissa, mutta on tutkimuksen aiheena. CO<sub>2</sub> tase saattaa vähentyä, kun tämän tekniikan EROI on fossiilisten polttoaineita suurempi.
- Kasvintuotannon työvoiman (R1) lisääminen, esim. korvaamaan agrokemikaalissa sidottua fossiilista energiaa, ei kannata Suomessa, koska ihmisen työteho on pieni (60 - 300 W) ja Suomessa työ on hyvin kallista (>10€/h). Ihmisenergian hinta olisi 33 - 167 €/kWh kun työpäivä on 8 tuntia (Tuure 2006).

Energia-akatemia -projektin tulosten mukaan noin 10–20 % fossiilista polttoainetta voidaan säästää lisäämällä lämpöeristeitä kuivureihin ja rakennuksiin ( $X_{i6}$ ), asentamalla sähköä säästäviä laitteita ( $X_{i8}$ ) sekä koneiden älykkäällä käytöllä ( $X_{i1}$ ) (Energia-akatemia 2014). ProAgrian energianeuvojat tukevat vastaavia pyrkimyksiä. Näiden toimenpiteiden toimeenpano kuluttaa kuitenkin osan säästetystä fossiilisesta energiasta, esimerkiksi eristämisen kautta saatu energiansäästö on edellyttänyt fossiilisten polttoaineiden käyttöä eristeiden valmistamiseen. Tarvitaan siis lisää investointeja. Kasvintuotannon EROI tuskin muuttuu paljoa ja se riippuu ratkaisevasti fossiilisten polttoaineiden EROI:sta.

### 3.2.2. Vaihtoehtoja vähentämään fossiilista polttoainetta bioenergia- ja kasvintuotantotiloilla

Luvussa 3.2.1 mainittujen toimenpiteiden lisäksi, seuraavat vaihtoehdot ovat käytettävissä:

- Kuitukasvien viljely (esim. ruokohelpi) energiakasvina (C3). Kuitukasvien polttaminen ei ole kilpailukykyinen puun kanssa, mutta kuitukasvia voidaan käyttää eristeiden raaka-aineena biotaloudessa. Tällä tavoin voidaan vähentää CO<sub>2</sub> päästöjä huomattavasti, säästämällä fossiilista polttoainetta. Esimerkiksi yksi hehtaari ruokohelpeä säästää eristeinä käytettynä 19–69 kertaa enemmän CO<sub>2</sub> eq päästöjä, kuin polttoaineeksi käytettynä, mikäli voidaan säästää/korvata vastaava määrä lämmitysöljyä (Schäfer 2012).
- Biokaasuntuotanto tässä tilamallissa ei ole järkevää, koska biokaasulaitos tuottaa energiaa jatkuvasti, mutta kulutus riippuu vuodenajasta ja päivän ajasta. Biokaasun käyttö polttoaineena tilan koneille niin että, polttoaineikaasu tuotetaan tilalla, edellyttää biokaasun puhdistus- ja paineistus-



laitteita sekä kaasun varastointia. Niihin tarvittavat investoinnit heikentävät biokaasun kilpailukykyä entisestään. Kasvibiomassaa raaka-aineena käyttävien biokaasulaitosten EROI lukua ei ole tiedossa. Jätteenkäsittelylaitokset voivat olla kilpailukykyisiä, koska ne saavat porttimaksuja jolloin energian hinta voi tulla kilpailukykyiseksi, mutta nämä laitokset ovat systeimirajan ulkopuolella.

- Fossiilinen polttoaine voidaan korvata puukaasulla ( $X_{i1}$ ). Tekniikka pystyy hyödyntämään myös kasvisjätteitä (C1) raaka-aineenaan. Puukaasu vaatii huomattavia muutoksia käytössä oleviin moottoreihin, eikä taida olla kilpailukykyinen liikkuvissa koneissa. Puukaasu CHP laitteen polttoaineena tuskin vähentää CO<sub>2</sub> päästöjä, koska sen EROI on kuitenkin melko pieni.

### 3.2.3. Vaihtoehtoja vähentämään fossiilista polttoainetta eläintuotantotiloilla

Yksimahaisten eläinten tuotanto, eli turkis-, sika- ja siipikarjatilat sekä hevostilat ilman peltoalaa ovat kaikkien tilamallien suurimmat saastuttajat, kun tarkastellaan ravinteiden käyttöä (Y7) ja CO<sub>2</sub> päästöjä (Y). Samoin kuin teollisuuden tehtaissa, ainoa mahdollisuus vähentää fossiilisten polttoaineiden CO<sub>2</sub> päästöjä on energian säästäminen, eli  $X_i$  vähentäminen. Lanta voidaan toki viedä systeimirajan ulkopuolelle biokaasulaitoksiin. Mädätysjäätteen jalostus lannoitteeksi kuitenkin kuluttaa paljon biokaasulaitoksen tuottamaa energiaa ja niin biokaasun EROI laskee entisestään. Seuraavat vaihtoehdot ovat käytettävissä:

- Lisätään lämpöeristeitä kuivureihin ja rakennuksiin ( $X_{i8}$ ) ja vähennetään fossiilisen lämpöenergian ( $X_{i1}$ ) kulutusta.
- Asennetaan sähköä säästäviä laitteita ( $X_{i6}$ ) ja vähennetään koneiden fossiilista energian kulutusta ( $X_i$ ) älykkäällä käytöllä esim. valaistus, kuljetus, ilmastointi (B1, B2, B3, B4). Näiden toimenpiteiden toimeenpano kuluttaa kuitenkin osan säästetystä fossiilisesta energiasta, esimerkiksi uusien energiaa säästävien laitteiden valmistus on edellyttänyt fossiilisten polttoaineiden käyttöä.
- Asennetaan lämpöpumput ( $X_{i6}$ ) saamaan takaisin osan ilmastonin ja jäähdytyskoneiden lämpöhäviöstä (M1, M2, M3, M4) ja vähennetään fossiilisen lämpöenergian ( $X_{i1}$ ) kulutusta.
- Asennetaan maalämpöpumppu tai ilma-ilmalämpöpumppu tai ilma-vesilämpöpumppu ( $X_{i6}$ ) rakennusten lämmitysjärjestelmäksi (M2, M3, M4) ja vähennetään fossiilisen lämpöenergian ( $X_{i1}$ ) kulutusta.

### 3.2.4. Vaihtoehtoja vähentämään fossiilista polttoainetta kasvi- ja eläintuotantotiloilla

Luonnollinen ja eniten energiaa ja päästöjä säästävä toimenpide olisi sovittaa maatilan tuotanto luonnon resurssien mukaan: mahdollisimman paljon energiaa korvataan hevosilla, metsäenergialla, tuulella ja vesivoimalla. Kasvituotannon viljelykierto suunnitellaan käytettävissä olevan peltomaan mukaan, märehäntäjien lukumäärä (maidon- ja lihantuotanto) suunnitellaan käytettävissä olevan laidunmaa-alan mukaan, siipikarjan lukumäärä jäteviljan määrän mukaan ja sikojen lukumäärä orgaanisten jätteiden määrän mukaan. Lanta ja kasviresiduaalit, joita ei voida käyttää rehuksi, kompostoidaan ja suurin osa ravinteista kierrätetään. Luvuissa 3.2.1- 3.2.3 mainittujen toimenpiteiden lisäksi seuraavat vaihtoehdot ovat käytettävissä:

- Vähennetään panosten  $X_i$  käyttöä, noudattamaan aiempien tutkimusten suosituksia esim. BERAS international opas (Stein-Bachinger ym. 2013a, Stein-Bachinger ym. 2013b).
- Vältetään tuontirehujen käyttöä.
- Viljelykierron suunnittelu ja eläinten lukumäärä sovitaan vastaamaan toisiaan takaamalla rehujen ja ravinteiden omavaraisuus (C2, C1).
- Edistetään jälkikasvun ja siementen tuotantoa (A2, C1) systeimirajan sisällä.
- Kierrätetään ravinteet kompostoimalla orgaaniset aineet, jotka eivät kelpaa rehuksi (C7 ja A7)
- Tilan tuotteiden jalostus ja kulutus tilalla (C4, B4, R4)

- Korvataan sähköä ja fossiilista polttoainetta lämmityksessä ( $X_i$ ). Tuotetaan CHP:lla joko biokaasusta tai puukaasusta (E1, E2, E4) sähköä ja lämpöä.
- Korvaa edellisten toimenpiteiden lisäkustannukset monotoimiala-maatalousyrityksillä (kumppanuusmaatalous, hoivamaatalous, tilayhteisöt jne.).

Kasvi- ja eläintuotantotilojen eri bioenergiatyyppien arvioidut EROI-luvut verrattuna dieselin ja bensiinin EROI-lukuihin.

Polttoaine	Lämpö/CHP	Sähkö	Moottoripolttoaine	kWh <sub>el</sub> /ha
Diesel	6,3 - 7,1	2,5 - 3,3	6,3 - 7,1	-
Bensiini	-	-	3,8 - 4,3	-
Etanoli sokeriruoko	0 - 0,2	-	0 - 0,2	-
Etanoli jätteistä	2,8	-	2,8	-
Puukaasu	2,7 - 3,7	0,9 - 1,2	<2,7 - <-3,7	-
Polttopuu	21	8	-	5000
Hake	21	8	-	5000
Puupelletti	7,3	2	-	5000
Energiakasvit	12-50	-	-	-
Biokaasu jätteistä	0,7 - 2,3	0,3 - 0,9	0,6 - 1,8	-
Biokaasu energiakasveista	0,6 - 2	0,2 - 0,8	0,5 - 1,6	?
RME	0,38 - 6	-	-1,83	-
BTL-diesel	-	-	1,7 - 3,3	-

Lähteet: Farrell ym. 2006, Lötjönen ym. 2009, Pimentel 2008, Scholz ym. 1998.

### 3.2.5. Vaihtoehtoja fossiilinen energian vähentämiseksi uusiutuvaa energiaa tuottavilla tiloilla

Maatilalla voidaan tuottaa uusiutuvaa energiaa muistakin lähteistä kuin biomassasta. Ainoina panoksina ovat investoinnit koneisiin, tekniikkaan, ( $X_i$ 6) ja rakennuksiin ( $X_i$ 8). Näiden lisäksi huolto ja palvelut kuluttavat epäsuoraa fossiilista energiaa ( $X_i$ 5). Käytetystä tekniikasta riippuu, kuinka suureksi jää viljelijän oma työpanos (R5).

Tuulimyllyt ovat hyvin tehokkaita. Maatila, joka sijaitsee korkeiden tuulen nopeuksien alueella, voi tuottaa huomattavasti enemmän sähköenergiaa, kuin se itse kuluttaa. Koska energiantuotto on katkonaista, energiaomavaraisuus ei ole mahdollista. Myöskään koneiden polttoaineiden korvaus ei ole tällöin mahdollista.

Aurinkoenergiatekniikka tuottaa suurimman mahdollisen uusiutuvan energiasaannin per hehtaari. Esimerkiksi aurinko tuottaa Helsingissä 941 kWh/m<sup>2</sup> ja Sodankylässä 785 kWh/m<sup>2</sup> vuodessa. Vastaavasti hiilidioksidipäästö vähennys on 282 t CO<sub>2</sub> eq/ha ja 235 t CO<sub>2</sub> eq/ha olettaen, että tehokkuus on 10 % ja asennettujen aurinkopaneeliteho on 6 000 – 7 000 kW/ha. Niiden investointikustannus on noin 1,5 miljoonaa euroa/ha. Tällä hetkellä sähköpaneelin investointikustannukset ovat 2 500 €/kWh<sub>p</sub> sisältäen verkkosyöttötekniikkaan kustannukset. Olettaen 20 vuoden poistoajan, investoinnit maksavat noin 9–10 senttiä/kWh. EROI-luku aurinkosähköille on 2–2,5 ilman ylläpitokustannuksia, kun oletetaan, että jokainen tuotettu aurinkosähkökilowattitunti kuluttaa noin 0,3 kWh (maailman energiaintensiteetti) paneelien ja tekniikan valmistukseen. Lisäksi on huomioitava, että aurinkopaneelien tuotanto kuluttaa paljon fossiilista energiaa, eli EROI on huomattavasti pienempi, kun valmistettaisiin niitä uusiutuvalla energialla.

Toinen esimerkki voisi olla UPM:n biodieseltehdas Lappeenrannassa. Olettaen, että 150 miljoonan euron investointisumman toivottu pääomatulo on 20 %, poisto-aika 20 vuotta ja 200 työntekijän palkkakustannukset ovat noin 50 000 €/henkilö per vuosi. Oletetaan myös, että biodieseliträn tuotanto (120 miljoona

litraa vuodessa) maksaa 0,5–1,1 €/litra energiaintensiteettikertoimesta riippuen (Suomessa fossiilisen polttoaineen energiaintensiteettiä ei oteta huomioon). Mikäli yhden litran biodieselin lämpöarvo on 10 kWh/litra, saadaan UPM:n biodiesel EROI luvuksi 1,7–3,3, mikä ei ole toistaiseksi kilpailukykyinen fossiilisten moottoripolttoaineiden EROI lukujen kanssa. Tässä esimerkissäkin täytyy muistuttaa, että biodieselin EROI luku laskee huomattavasti, kun biodieseltehtaan rakennusvaiheissa fossiilista energiaa korvataan biodieselillä, esimerkiksi tarvittavien rakennusaineiden valmistus tapahtuu biodieselillä. Toinen huomioon otettava oletus on, että biodieselin raaka-aine, paperituotannon sivutuote mäntyöljy, ei maksa mitään.

Uusiutuvien energialajien tekniikoiden arvioitu EROI verattuna dieseliin ja bensiiniin ja sähköntuotantopotentiaali per hehtaari.

Tekniikka	lämpö	sähkö	moottoripolttoaine	MWh <sub>el</sub> /ha per vuosi
Diesel	6,3–7,1	2,5–3,3	6,3–7,1	-
Bensiini	-	-	3,8–4,3	-
Tuulivoima	-	3	-	105
Aurinkopaneeli lämmin vesi	2,5–3	-	-	-
Aurinkopaneeli lämmin ilma	2,5–3	-	-	-
Sähköaurinkopaneeli	-	6	-	357
Aurinko vety, metanoli	1,2–2	?	?	?
Aurinko boorikierto	-	-	0,12 <sup>b</sup>	?
Vesivoima	-	23	-	13
Maalämpöpumppu <sup>a</sup>	0–3	-	-	-
Ilma-ilma lämpöpumppua	0–5	-	-	-

<sup>a</sup> ilman sähköntuotantoon tarvittavaa energiaa. <sup>b</sup> hyötysuhde Lähteet: Abu-Hamed ym. 2007, Bunkerworld 2014, Giaconia ym. 2007, Pimentel 2008.

#### Johtopäätökset

- Fossiilisen energian EROI luku pysyy luultavasti seuraavat 50–100 vuotta korkealla tasolla. Maaöljyä ja maakaasua korvataan hiilellä, Suomessa myös ydinvoimalla, turpeella ja puulla.
- Fossiilisen moottoripolttoaineen korvaaminen uusiutuvalla polttoaineella aiheuttaa aina lisäkustannuksia, koska kaikki nyt tiedossa olevat uusiutuvan energian tuotantotekniikat kuluttavat enemmän energiaa, kuin fossiilisten polttoaineiden tuotanto. *Toisin sanoen: Ympäristön saastuttaminen käyttämällä fossiilista moottoripolttoainetta on – toistaiseksi – Suomen maatalojen kilpailukykyisin vaihtoehto.*
- Biomassapohjaisen polttoaineen EROI luku on fossiilista polttoainetta pienempi ja siten bioenergian käyttö ei vähennä CO<sub>2</sub> päästöjä.
- Maailman lämpötilan nousu pakottaa ihmiskunnan korvamaan fossiilista polttoainetta uusiutuvilla. Ainoa kestävä vaihtoehto saavuttaa tämä tavoite on vähentää fossiilisten polttoaineiden louhintaa ja tuotantoa. Siihen ei ole olemassa keinoja kansallisella tasolla.

**Suosituks**

- Kehittyneiden maiden maatalouden EROI luku on negatiivinen. Siksi maatalojen on ensiksi korvattava itse kuluttamansa fossiilinen energia uusiutuvalla energialla.
- Luomuviljelyn laajentamisella voidaan tappaa kolme kärpäästä (= kolme skenaariota) yhdellä iskulla: 1) maatalouskemikaalien (tyyppilannoituksen) fossiilisen energian tarve laskee, 2) eläinperäinen ruokavalikoima laskee ja kasviperäinen ruokavalikoima nousee (oman rehun tuotanto ja viljelykierto), 3) mikäli elintarvikkeiden tuontia on pakko nostaa alenevan omavaraisuuden vuoksi (esim. pienempi sato), CO<sub>2</sub> -päästöt siirretään ulkomaille.
- Kestävä poliittinen keino vähentää CO<sub>2</sub> -päästöjä, fossiilisten polttoaineiden sekä luonnon resurssien kulutusta, olisi verottaa niiden kulutusta työn verotuksen sijaan. Toteuttaminen on epärealistista niin kauan, kuin talouskasvun paradigmasta ei luovuta. Lisäksi toimenpide edellyttäisi, että sitä sovelletaan koko maailmassa takamaan kansantaloudellinen kilpailukyky.
- Toinen keino on ”saastuttaja maksaa” -menetelmän soveltaminen (esim. CO<sub>2</sub> -sertifikaatit, tyyppilannoitteiden verotus portaittain niin korkeaksi, että orgaaninen lannoitus tulee kilpailukykyisemmäksi).
- Fossiilista energiaa käytetään hyväksi kehittämään tekniikoita, jotka tallentavat aurinkoenergiaa hiilivety-yhdisteisiin (nesteet ja kaasut). Aurinkoenergian muunnostehokkuus biomassaksi (fotosynteesi) on Suomessa promillen suuruusluokkaa, teknologiset muunnostehokkuudet ovat prosenttisuuruusluokassa.
- Siirretään CO<sub>2</sub> -päästöt ulkomaille kaunistamalla kansallista CO<sub>2</sub> -tilastoa (palmuöljyn, rehujen, elintarvikkeiden, aurinkopaneelien tuonti).
- Hyväksytään, että maa- ja metsätalous on ainoa talous, joka saa vähentää entropiaa, eli maatila ei ole teollinen tuotantoyksikkö.

## Viitteet

- Abu-Hamed, T., Karni, J. & Epstein, M. 2007. The use of boron for thermochemical storage and distribution of solar energy. *Solar Energy* 81: 93–101.
- BP 2014: BP Energy Outlook 2035. Saatavana: [http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Energy-economics/Energy-Outlook/Energy\\_Outlook\\_2035\\_booklet.pdf](http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Energy-economics/Energy-Outlook/Energy_Outlook_2035_booklet.pdf) (23.02.2015)
- Brown, M.T. & Ulgiati, S. 2004. Energy quality, emergy, and transformity: H.T. Odum's contributions to quantifying and understanding systems. *Ecol. Model.* 178: 201-213.
- Bunkerworld 2014. Fuel prices Rotterdam. Saatavana: <http://www.bunkerworld.com/prices/port/nl/rtm/> (23.02.2015)
- Costanza, R. 1980. Embodied Energy and Economic Valuation. *Science* 210: 1219-1224.
- Davis, S. & Socolow, R. 2014. Commitment accounting of CO<sub>2</sub> emissions. *Environ. Res. Lett.* 9, 9s. doi: 10.1088/1748-9326/9/8/084018.
- EIA 2014. US Energy Information Administration. International Energy Statistics. Table: Energy Intensity - Total Primary Energy Consumption per Dollar of GDP (Btu per Year 2005 U.S. Dollars (Market Exchange Rates)). Saatavana: <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=92&pid=46&aid=2&cid=r3,&syid=2008&eyid=2011&unit=BTUPUSDM> (23.02.2015)
- Energia-akatemia 2014. Maatilojen energiakustannukset. Saatavana: <http://www.energia-akatemia.fi/> (23.02.2015)
- Energiateollisuus ry 2014. Energiavuosi 2013 – sähkö. Saatavana: [http://energia.fi/kalvosarjat/energia\\_vuosi-2013-s-hk](http://energia.fi/kalvosarjat/energia_vuosi-2013-s-hk) (23.02.2015)
- ENPOS 2014. Energy Positive Farm. Saatavilla: <http://enpos.weebly.com/index.html> (23.02.2015)
- Factor 10 Institute 2014. Saatavana: <http://www.factor10-institute.org/index.html> (23.02.2015)
- Farrell, A.E., Plevin, R.J., Turner, B.T., Jones, A.D., O'Hare, M. & Kammen, D.M. 2006. Ethanol Can Contribute to Energy and Environmental Goals. *Science* 311: 506-508.
- FAO 2003. Organic agriculture, environment and food security. Eds. Nadia El-Hage Scialabba and Caroline Hattam Environment and Natural Resources Service Sustainable Development Department. Saatavana: <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4137E/Y4137E00.htm> (23.02.2015)
- Gattinger, A., Muller, A., Haeni, M., Skinner, C., Fliessbach, A., Buchmann, N., Mäder, P., Stolze, M., Smith, P., Scialabba, N.E. & Niggli, U. 2012. Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109: 18226-18231.
- Giaconia, A., Caputo, G., Ceroli, A., Diamanti, M., Barbarossa, V., Tarquini, P. & Sau, S. 2007. Experimental study of two phase separation in the Bunsen section of the sulfur-iodine thermochemical cycle. *Int J Hydrogen Energy* 32: 531-536.
- Giampietro, M. & Mayumi, K. 2008. Complex Systems Thinking and Renewable Energy Systems. In: Pimentel, D. (Ed.), Springer Netherlands, s 173-213.
- Hagens, N. & Mulder, K. 2008. A Framework for Energy Alternatives: Net Energy, Liebig's Law and Multi-criteria Analysis. In: Pimentel, D. (ed.). Springer Netherlands. s 295-319.
- IEA 2014. Medium-Term Oil Market Report 2014 -- Market Analysis and Forecasts to 2019, 168 pages, ISBN Print 978-92-64-21171-1, PDF 978-92-64-21172-8
- IPCC 2006 tier1: IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories 1996. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland 1996, Saatavana: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1> (23.02.2015)
- IPCC 2014: Summary for Policymakers, In: Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel & J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Saatavana: <http://report.mitigation2014.org>
- /spm/ipcc\_wg3\_ar5\_summary-for-policymakers\_approved.pdf (23.02.2015)
- ISAER 2014. International Society for the Advancement of Emergy Research. Emergy Society Home page. Saatavana: <http://emergysociety.org/index.html> (23.02.2015)
- Lötjönen, T., Pahkala, K., Vesanto, P. & Hiltunen, M. (2009) Reed canary grass in Finland. In: Energy from field energy crops – a handbook for energy producers. Jyväskylä Innovation Oy, Jyväskylä, s 14-22.
- Motiva 2010. Energiatehokkuussopimukset. Polttoaineiden lämpöarvot, hyötysuhteet ja hiilidioksidin ominaispäästökertoimet sekä energian hinnat Saatavana: [http://www.motiva.fi/files/3193/Polttoaineiden\\_lampoarvot\\_hyotysuhteet\\_ja\\_hiilidioksidin\\_ominaispaastokertoimet\\_seka\\_energiaan](http://www.motiva.fi/files/3193/Polttoaineiden_lampoarvot_hyotysuhteet_ja_hiilidioksidin_ominaispaastokertoimet_seka_energiaan)

hinnat\_19042010.pdf (23.02.2015)

- Mulder, K. & Hagens, N. 2008. Energy Return on Investment: Toward a Consistent Framework. *Ambio* 37(2): 74-79.
- Mäder, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. & Niggli, U. 2006. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296: 1694-1697.
- Nyholm, A. Risku-Norja H. & Kapuinen P. 2005. Maaseudun uusiutuvien energiamuotojen kartoitus. MTT:n selvityksiä 89: 1-35.
- OECD/IEA 2012. International Energy Agency. Key World Energy Statistics 2012. Selected Indicators for 2010, s. 50, Total primary energy supply, s. 6. International Energy Agency (IEA), 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France.
- Odum, H. 1996. Environmental Accounting, Emergy and Decision Making. John Wiley, NY, USA 1996, s 163. ISBN 0-471-11442-1
- Pimentel, D. 2008. Renewable and Solar Energy Technologies: Energy and Environmental Issues. In: Pimentel, D. (ed.). Springer Netherlands. s 1-17. ISBN 978-1-4020-8653-3 e-ISBN 978-1-4020-8654-0
- Risku-Norja, H. (toim.) 2002. Maatalouden materiaalivirrat, ekotehokkuus ja ravinnontuotannon kestäväkilpailukyky. 112 s., 5 liitettä. ISBN 951-729-733-5 (Painettu), ISBN 951-729-732-7 (Verkkójulkaisu), ISSN 1458-509X (Painettu), ISSN 1458-5103 (Verkkójulkaisu) Saatavana: [www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts27.pdf](http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts27.pdf) (23.02.2015)
- Rydberg, T., Jansén, J. 2002. Comparison of horse and tractor traction using emergy analysis. *Ecol. Eng.* 19: 13-28.
- Schmidt-Bleek, F., Wilenius, M. & Lehmann, H. 2014. The Challenge of the Whole: Creating System Policies to Tackle Sustainability. *Factor X Eco-Efficiency in Industry and Science* 29: 137-147.
- Scholz, V., Berg, W., Kaulfuß, P. 1998. Energy Balance of Solid Biofuels. *J. Agric. Eng. Res.* 71: 263-272.
- Schäfer, W. 2002. Gantry technology in organic crop production. *VAGOS*, ISSN 1648-116X, 55(8): 113-118. Saatavana: <http://www.orgprints.org/582/1/Gantry.pdf> (23.02.2015)
- Schäfer, W. 2003 Gantry technology in organic crop production. In: Niemeläinen, Oiva & Topi-Helmi, Mari (Eds.) Proceedings of the NJF's 22nd Congress "Nordic Agriculture in Global Perspective", MTT Agricultural Research Finland and NJF, s 212.
- Schäfer, W. 2012. Fibre crops for energy production and energy saving. In: Renewable energy and energy efficiency. In: Rivza, Peteris (ed.). Proceedings of the international scientific conference May 28th - 30th 2012. Latvia University of Agriculture, Jelgava, s 7-12.
- Skinner, Colin; Gattinger, Andreas; Müller, Adrian; Mäder, Paul; Fließbach, Andreas; Stolze, Matthias; Ruser, Reiner & Niggli, Urs (2014) Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under organic and non-organic management - A global meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 468-469: 553-563. Saatavana <http://www.orgprints.org/24506/1/Skinner-et-al-2014-SciTotalEnviron-468-469-p553-563.pdf>
- Soimakallio, S. & Saikku, L. 2012. CO2 emissions attributed to annual average electricity consumption in OECD (the Organisation for Economic Co-operation and Development) countries. *Energy* 38: 13-20.
- Stein-Bachinger, K., Reckling, M., Hufnagel, J., Granstedt, A. 2013a. Ecological Recycling Agriculture. Guidelines for Farmers and Advisors. Vol I: FARMING GUIDELINES. Saatavana: <http://beras.eu/wp-content/uploads/2013/08/new-farming-guidelines.pdf>. (23.02.2015)
- Stein-Bachinger, K., Reckling, M., Hufnagel, J., Granstedt, A. 2013b. Ecological Recycling Agriculture. Guidelines for Farmers and Advisors. Vol II: E GUIDELINES. Saatavana: <http://beras.eu/wp-content/uploads/2013/08/economic-guidelines.pdf>. (23.02.2015)
- Suomen Biokaasuyhdistys ry 2014. Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 14 Saatavana: <http://www.biokaasuyhdistys.net/media/biokaasulaitosrekisteri2010.pdf>. (23.02.2015)
- TEM 2011. Energiakatsaus 2/2011. Saatavana [http://www.tem.fi/files/31804/Energiakatsaus\\_2\\_2011.pdf](http://www.tem.fi/files/31804/Energiakatsaus_2_2011.pdf)
- TEM 2013. Energiakatsaus 1/2012, taulukko 2. sähkön hankinta ja kokonaiskulutus.
- Tike 2011a. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. Maatilatilastollinen vuosikirja, Maatalouden rakennetutkimus, Maatalouslaskenta 2010, Maa- ja puutarhatalouden energiankulutus energialähteittäin vuonna 2010
- Tike 2011b. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. Maatilatilastollinen vuosikirja, taulukko 2.2.16. Rehuseosten valmistus 1990–2010
- Tilastokeskus 2004, Polttoaineiden teholliset lämpöarvot ja tiheydet. Saatavana: <http://pxweb2.stat.fi/sahkoiset%5Fjulkaisut/energiatilasto2004/excel/lampoarv.xls> (23.02.2015)
- Tilastokeskus 2009. Suomen tilastollinen vuosikirja 2009. Taulukko 125. Maatiloille myydyt kasviravinteet, 2007/2008
- Tilastokeskus 2012a: Energiatilasto 2012. Energian kokonaiskulutus energialähteittäin ja CO<sub>2</sub>-päästöt, Saatavana: [http://193.166.171.75/database/statfin/ene/ehk/ehk\\_fi.asp](http://193.166.171.75/database/statfin/ene/ehk/ehk_fi.asp) (23.02.2015)

- Tilastokeskus 2012b. Suomen tilastollinen vuosikirja 2012. Taulukko 125. Maatiloille myydyt kasviravinteet, 2010/2011
- Tilastokeskus 2012c. Suomen tilastollinen vuosikirja 2012. Taulukko 128. Maatilyritysten veronalaiset tulot, menot, varat ja velat yritystä kohti 2005-2010.
- Tilastokeskus 2013. Liitetaulukko 1. Bruttokansantuote (BKT) markkinahintaan 1975-2013. Saatavana: [http://www.stat.fi/til/vtp/2013/vtp\\_2013\\_2014-03-03\\_tau\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/vtp/2013/vtp_2013_2014-03-03_tau_001_fi.html) (23.02.2015)
- Tilastokeskus 2014. Tilasto: Energian hinnat [verkojulkaisu]. ISSN=1799-7984. 3. Vuosineljännes 2014, Liitetaulukko 1. Energiaverot sekä huoltovarmuus- ja öljysuojamaksut . Helsinki: Tilastokeskus Saatavana: [http://tilastokeskus.fi/til/ehi/2014/03/ehi\\_2014\\_03\\_2014-12-17\\_tau\\_001\\_fi.html](http://tilastokeskus.fi/til/ehi/2014/03/ehi_2014_03_2014-12-17_tau_001_fi.html) (17.02.2015).
- Tilley, D.R. 2004. Howard T. Odum's contribution to the laws of energy. *Ecol. Model.* 178: 121-125.
- Tuure Veli-Matti 2006: Maataloustyössä palaa energiaa – työntekijän kuluttamana kuitenkin entistä vähemmän. *TEHO* 2/2006.
- World Bank 2014a. Environment 3.6 World Development Indicators: Energy production and use. Saatavana: <http://wdi.worldbank.org/table/3.6>. (23.02.2015)
- World Bank 2014b. Economy 4.1 World Development Indicators: Growth of output Saatavana: <http://wdi.worldbank.org/table/4.1>. (23.02.2015)
- Wrisberg, N., Haes, H. A. Udo de, Clift, R., Frischknecht, R., Grisel, L., Hofstetter, P., Jensen, A.A., Lindfors, L.G., Schmidt-Bleek, F., Stiller, H., 1997. A strategic research programme for life cycle assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 2, 71-72.

## 4. Hillintätoimet käyttöön omavaraisuuden ja tasapainoisen maaseutukehityksen kustannuksella

Kristiina Regina, Olli-Pekka Kuusela ja Jaakko Heikkinen

### 4.1. Työpaketin tavoitteet ja lähestymistapa

Tässä osiossa tarkasteltiin, millaisia seurauksia olisi EU:n taakanjakopäätöksen (EU 2009) ja kansallisen Ilmasto- ja energiastrategian (TEM 2008) mukaisen päästövähennyksen toteuttamisella maataloudessa. Tämä tarkoittaisi maatalouden dityppioksiidi- ja metaanipäästöjen vähentämistä 13 %:lla vuoden 2005 tasosta. Aiempien selvitysten mukaan niin mittava päästöjen vähentyminen ei ole todennäköistä ja vaatisi elintarvikeomavaraisuudesta tinkimistä (Regina ym. 2009, Regina ym. 2014). Tässä skenaariotarkastelussa kotimainen alkutuotanto vähenee sen mukaisesti kuin päästöjen 13 % vähennys, verrattuna vuoden 2005, tilanteeseen vaatisi. Tässä tarkastelussa suomalaisten ruokavalio pysyy ennallaan, ja kotimaista tuotantoa korvaava ruoka tuodaan ulkomailta. Tuontiruuan päästöjä verrataan Suomessa saavutettuun päästövähennykseen. Tarkastelussa arvioidaan laadullisesti vaikutuksia maaseudun elinvoimaisuuteen sekä taloudellisen aktiviteetin yhteiskunnallisia seurauksia.

Ilmasto- ja energiastrategian tavoitteen mukainen maatalouden dityppioksiidi- ja metaanipäästöjen vähennystarve aikavälillä 2005–2020 olisi 0,75 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. Tässä skenaariossa vähennettiin lineaarisesti nautanlihan, maidon ja sianlihan tuotantoa sekä vastaavaa rehualaa siten, että kokonaispäästöt vähenisivät tavoitetta vastaavasti vuoteen 2030 mennessä. Tavoite saavutettaisiin vähentämällä nautojen ja sikojen kokonaismäärää 30 % nykyisestä sekä rehualaa eläinmäärää vastaavasti. Käytöstä poistunut rehuala olisi mahdollista metsittää, joten sen tuoma hyöty maaperän ja biomassan hiilivarastomuutoksin laskettiin lisäksi, vaikka hiilivarastoihin liittyvät päästöt eivät ole kyseisen päästövähennysvelvoitteen piirissä.

### 4.2. Menetelmät

#### 4.2.1. Arviot päästöjen kehityksestä Suomessa

Päästöjen laskenta perustuu kasvihuonekaasuinventaarion menetelmiin (Statistics Finland 2014). Vuosille 1990–2012 raportoituja päästöjä (UNFCCC 2014) käytettiin vertailuaineistona, ja päästövähennyksen teho laskettiin vertaamalla vuodelle 2030 simuloituja päästöjä vuoden 2005 raportoituihin päästöihin. Lähtötiedot saatiin käyttämällä useimmille muille muuttujille aiemmin laaditun perusskenaarion mukaisia arvoja (Regina ym. 2014), mutta vähentämällä sikojen ja nautojen kokonaismäärää 30 % nykyisestä (taulukko 6). Laskelmissa rehun viljelyalaa vähennettiin nykyisestä eläintuotannon vähenemistä vastaavaksi, ja rehualaan laskettiin nurmet ja rehuviljat. Rehuviljan pinta-alan arvioitiin olevan 500 000 ha vuonna 2012, ja se koostui suurimmaksi osaksi ohran viljelystä. Vastaavasti väkilannoituksen käyttömäärää pienennettiin. Orgaanisten maiden pinta-alan oletettiin pysyvän muuttumattomana.

Metsityksestä saatava hyöty laskettiin käyttämällä kasvihuonekaasuinventaariosta johdettuja keskimääräisiä biomassan ja maaperän hiilivaraston kertymiä metsitetyille ja yli 20-vuotiaille metsiköille (Statistics Finland 2014).



**Taulukko 6.** Tilastoidut lähtötiedot vuonna 2012 (Luke 2015) ja arviot niistä vuodelle 2030.

		<b>2012</b>	<b>2030</b>
Eläinmäärä (*1000)	Lypsylehmät	284	199
	Emolehmät	58.0	40.6
	Hiehot	160	112
	Sonnit	109	76.0
	Vasikat	303	212
	Emakot	133	93.2
	Porsaasat	375	263
	Lihasiat	477	334
	Karjut	42 187	42 248
	Vieroitettut siat	302	212
Rehuala (1000 ha)	Rehuvilja	500	352
	Nurmi	660	462

#### 4.2.2. Markkinavaikutukset ja hiilivuoto

Laskettaessa päästövähennysten vaikutuksia markkinoihin käytettiin Tullin ja Luken tilastoja sekä tämän hankkeen skenaariolaskelmia. Arviot hiilivuodosta, eli kotimaisten päästöjen korvautumisesta ulkomaisilla päästöillä, vaativat arviota siitä, minkä maiden tuotanto todennäköisimmin korvaisi suomalaista tuotantoa. Tullin tilastoista saatiin tuonti- ja vientimäärät liha-, maito- ja meijerituotteille. Nauta- ja sikatuotteet sisältävät tuoreen, jäädytetyn ja jäädytetyn lihan. Maito- ja meijerituotteet sisältävät maidon, kerman, jogurtin, piimän, voin, juuston ja heran. Luken tilastoista saatiin teurastettujen eläinten kokonaismäärät sekä maito- ja meijerituotteiden kokonaistuotannot.

Vuonna 2013 Suomen maataloustuotteiden tuonnista 15 % oli lihatuotteita ja 7 % maitotuotteita, kun taas viennistä samana vuonna 12 % oli lihatuotteita ja 33 % maitotuotteita (MTT 2014). Tuonnin ja viennin koostumuksessa ja niihin käytetyissä raaka-aineissa on eroavaisuuksia. Myös tuonti- ja vientimaat ovat tuoteryhmien osalta toisistaan poikkeavia. Esimerkiksi vienti Venäjälle kohdistuu korkeamman arvonlisän tuotteisiin. Siksi on vaikeaa ennustaa eläinmäärän vähennyksen vaikutuksia etenkin vientiin.

Eläinmäärän vähennyksen vaikutusta lihan ja maidon kotimarkkinoihin voidaan tarkastella seuraavan kirjanpidollisen määritelmän avulla:

$$\text{kotimainen tuotanto } (Y) = \text{kotimainen kulutus } (C) - \text{tuonti } (I) + \text{vientä } (X)$$

Yllä olevan yhtälön suureet ovat raaka-aineyksiköissä eli lihakilossa ja meijerimaitolitroissa. Käyttämällä suureiden muutoksia saadaan ( $\Delta$  tarkoittaa muutosta vuosien 2012 ja 2030 välillä):

$$\Delta Y = \Delta C - \Delta I + \Delta X$$

Ensin arvioitiin, kuinka paljon eläinmäärän vähennys muuttaa tuotantoa ( $\Delta Y$ ), ja sen jälkeen, miten tämä tuotannon muutos puolestaan jakautuu kulutuksen, tuonnin ja viennin kesken ( $\Delta C - \Delta I + \Delta X$ ).<sup>2</sup> Yksikötuottavuuden kasvulla voitaisiin kattaa osa tuotannonlaskusta, mutta on hyvin todennäköistä, ettei se riitä ylläpitämään tuotantoa vuoden 2012 tasolla, joten sitä ei otettu huomioon laskelmissa. Myöskään kulutuksen eli väestönkasvun tai ruokailutottumusten muuttumisen mahdollista vaikutusta ei otettu huomioon.

Vuosittainen kotimainen kulutus (kg) tuotteelle  $x$  (meijerimaito, nauta, sika) määritellään seuraavasti: kotimainen kulutus ( $C$ ) = kotimainen tuotanto ( $Y$ ) + tuonti ( $I$ ) – vienti ( $X$ )

tai käyttäen lyhenteitä ja vuosi-indeksiä  $t$ :

$$(1): C_t = Y_t + I_t - X_t$$

<sup>2</sup> On syytä huomioda, että yllä oleva ekvivalenssi ei mallinna kuluttajan tai tuottajien käyttäytymismuutoksia tai suorien välisiä riippuvuussuhteita.

Päaoletuksemme voidaan kirjoittaa:  $C_{2030} = C_{2012}$

Käyttämällä tätä ja yhtälöä (1) saadaan:

$$Y_{2030} + I_{2030} - X_{2030} = Y_{2012} + I_{2012} - X_{2012}$$

Harjoituksessa eläinmäärää vähennetään 30 %. Tämän seurauksena myös tuotanto vähenee 30 % eli  $Y_{2030} = 0.7Y_{2012}$ . Sijoittamalla tämä yllä olevaan yhtälöön saadaan edelleen:

$$0.3Y_{2012} = (I_{2030} - I_{2012}) - (X_{2030} - X_{2012})$$

Tai lyhentäen:

$$(2): 0.3Y_{2012} = \Delta I - \Delta X$$

Yhtälö (2) kuvaa hiilivuodon jakautumista vienti- ja tuontimarkkinoille. Kun kotimaista tuotantoa ajetaan alas, voidaan olettaa, että  $\Delta I > 0$  ja  $\Delta X < 0$  eli tuonti kasvaa ja vienti vähenee. Tuonnin lisäys aiheuttaa hiilivuotoa, mutta myös viennin väheneminen aiheuttaa hiilivuotoa, koska vientimaat joutuvat korvaamaan vähentyneen tuonnin Suomesta jonkin muun maan tuonnilla.

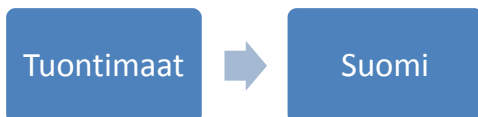
Laskelmissamme teemme seuraavan yksinkertaistavan oletuksen: kotimaisen tuotannon leikkaamisen seurauksena vienti tyrehtyy vuonna 2030 kokonaan eli  $X_{2030} = 0$ . Lisäksi oletamme, että vientimaat korvaavat vähentyneen tuonnin Suomesta kokonaisuudessaan.

Alla oleva kaavio havainnollistaa tutkimuksen oletuksia ja hiilivuodon jakautumista tuonti- ja vientimarkkinoille.

#### 1. Alkuperäinen tilanne:

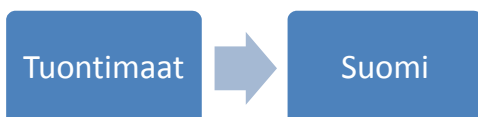


#### 2. Kun tuotantoa ryhdytään ajamaan alas, tuotteiden vienti loppuu ensin:



Tässä vaiheessa kotimainen kulutus on ennallaan. Vientimaat korvaavat muutoksen tuomalla lihalla muualta (ensimmäinen vuotovaikutus  $\Delta X$ ).

#### 3. Kun tuotantoa yhä edelleen ajetaan alas, tuontia Suomeen joudutaan lisäämään (toinen vuotovaikutus $\Delta I$ ):



#### 4. Kulutus Suomessa pysyy ennallaan.

Kotimaista tuotantoa korvaava tuonti ja vienti laskettiin käyttämällä taulukon 6. mukaisia tietoja. Merkitään eläinten kokonaismäärää muuttujalla  $N_t$  ja keskimääräistä ruhopainoa parametrilla  $b$ . Oletetaan, että tietty vakio-osuus  $\gamma$  eläimistä teurastetaan vuosittain, jolloin saadaan  $Y_t = b\gamma N_t$ . Tullin ja Luken tilastojen perusteella viennin osuus naudanlihan kokonaistuotannosta on pieni (noin 0,1 %) eli  $\Delta X \approx 0$ . Tällöin viennin loppumisen vaikutus hiilivuotoon tulee olemaan merkityksetön, ja hiilivuoto siirtyy kokonaisuudessaan tuontimarkkinoille:  $0.3Y_{2012} = \Delta I$ . Tuonnin muutos vuoteen 2030 mennessä on +162 %, ja kotimaan tuotannon vähennys siirtyy kokonaisuudessaan tuontilihan määrän kasvuksi. Olettaen, että tuontiliha tuo-

tetaan samanlaisissa olosuhteissa kuin Suomessa, saadaan tuonnin lisäykseen tarvittava nautamäärä suoraan eläinmäärien erotuksena:  $N_{2012} - N_{2030} = 273\,800$ .

Lypsylehmiä määrän arviointi perustui Luken ja Tullin tilastoihin. Luken tilastoista selviää sekä kotimainen meijerimaidon että maitotuotteiden tuotanto, mutta Tullin tilastoissa on vain maitotuotteiden tuonnin ja viennin määrät. Tuonti ja vienti muunnettiin vertailukelpoisiksi meijerimaitoyksiköiksi. Käyttämällä Luken tilastoja voimme laskea, kuinka monta painoyksikköä (kg) maitotuotteita Suomessa valmistettiin meijerimaidosta. Käytetään samaa merkintää kuin aiemmin:  $Y_t = \gamma N_t$ , missä  $Y_t$  on nyt maitotuotteiden kokonaismäärä ja  $N_t$  on meijerimaidon määrä (taulukko 7). Meijerimaidon määrä puolestaan on suoraan verrannollinen eläinten määrään, ja parametri  $\gamma$  kertoo muuntosuhteen. Tuonti- ja vientituotteille oletettiin sama parametrin arvo  $\gamma$ . Taulukoiden arvot ovat meijerimaitoyksiköissä, jotka muunnettiin takaisin lypsykarjamääräksi maitotuotoksen perusteella (Luke 2015). Kokonaismuutos on 83 000 lypsylehmiä, mikä jakautuu viennille 46 000 ja tuonnille 37 000, eli hiilivuoto on tässä tapauksessa suurempi vientimarkkinoille kuin tuontimarkkinoille. Tuonnin kasvu vuoteen 2030 mennessä on 96 %.

Verrattuna naudanlihaan sianlihan vientiosuus tuotannosta oli merkittävä (14 %) vuonna 2012. Tällöin hiilivuoto jakautuu sekä tuonti- että vientimarkkinoille:  $0.3Y_{2012} = \Delta I - \Delta X$ .

Tuonnin kasvu vuoteen 2030 mennessä on 142 %. Kotimaan tuotannon vähennys on:  $N_{2012} - N_{2030} = 387\,000$ . Muutos tuonnissa on  $I_{2030} - I_{2012}$ . Kun tämä muutetaan sikayksiköiksi (kpl), olettaen, että tuontisian ruhopaino on sama kuin kotimaisen, saadaan lukumääräksi 330 000 sikaa. Vertailukelpoinen sikojen määrä on pienempi kuin todellinen määrä, koska lihasiat teurastetaan noin viiden kuukauden iässä. Edelleen käyttäen parametria  $\gamma$  voidaan laskea skenaariotuloksiin vertailukelpoinen sikojen määrä, 200 000 sikaa. Sikojen määrästä 187 000 allokoidaan vientimarkkinoille ja 200 000 tuontimarkkinoille.

**Taulukko 7.** Kotimaista tuotantoa korvaavien eläinmäärien laskennan perusteet

		Eläin- määrä/ maitomäärä	Kotimainen tuotanto (kg)	Teurastettu osuus/ muun- tosuhde	Ruhopaino (kg)	Kulutus (kg)	Tuonti (kg)	Vienti (kg)
Naudanliha	2012	912800	804226870	0,30	300	94467556	14575748	530879
	2030	639000	56299405	0,30	300	94467556	38168151	0
Maito	2012	2188 <sup>a</sup>	1222 <sup>b</sup>	0,56 <sup>c</sup>	-		304	364
	2030	1532 <sup>a</sup>		0,56 <sup>c</sup>	-		596	0
Sianliha	2012	1290200	192819999	1,66	91	188788804	21067336	26766819
	2030	903200	136150846	1,66	91	188788804	50969671	0

a Meijerimaidon määrä

b Maitotuotteiden määrä

c Muuntosuhte

Vuonna 2012 n. 90 % tuontinaudasta ja lähes kaikki maitotuotteiden tuonti Suomeen oli tullut EU-alueelta. Viennistä 40 % oli suuntautunut EU-alueelle vuonna 2012, mutta toinen merkittävä vientimaa oli Venäjä. Käytännössä kaikki (99,8 %) sianliha tuotiin vuonna 2012 Suomeen EU:n alueelta ja 43 % viennistä kohdistui EU:n alueelle. Muut merkittävät vientimarkkinat sianlihalle olivat Venäjä ja Aasia. Kotimaista päästövähennystä korvaavan hiilivuodon arvioitiin syntyvän Tanskassa sianlihan ja maidon osalta ja Irlannissa naudanlihan osalta. Päästöt näissä maissa laskettiin käyttämällä niiden YK:n Ilmastopöytäkirjalle raportoitua tietoa (UNFCCC 2014). Yllä olevien laskelmien perusteella laskettiin päästö 387 000 sialle ja 83 000 lypsylehmälle Tanskan käyttämällä menetelmillä sekä 273 800 naudalle Irlannin päästökertoimilla. Mu-

kana arvioissa olivat päästöt eläimistä, lannan varastoinnista sekä maaperästä (rehuala, laidunnus, lannan levitys).

#### 4.2.3. Tulonmenetykset ja korvaavat tulot

Eläinmäärien ja peltopinta-alan vähennys aiheuttavat tulonmenetyksiä ja hyvinvointitappioita suhteessa ennustettuun aikaan ilman päästövähennystoimia. Hyvinvointitappioiden kohdistuminen kuluttajien ja tuottajien välille riippuu kysynnän hintajousta. Mikäli hintajousto on suuri, tuotteiden markkinakysyntä reagoi voimakkaasti hinnanmuutoksiin. Ääripäässä voimme ajatella, että hintajousto on lähes ääretön. Tällöin pienikin hinnanmuutos ylöspäin voi ajaa kysynnän nolnaan. Tällainen tilanne on esimerkiksi silloin, kun liha- ja maitotuotteiden kuluttajat voivat helposti korvata kotimaista tuotantoa ulkomaisella tuonnilla. Alhainen hintajousto puolestaan tarkoittaa sitä, että markkinahinnan muutoksella on pienempi vaikutus kysyntään määrään. Tämä vastaa tilannetta, jossa lihan- ja maidonkuluttajat suosivat kotimaista tuotantoa ja sen korvaaminen tuonnilla on vaikeaa. Jos hintajousto on hyvin korkea, hyvinvointitappiot kohdistuvat lähes kokonaisuudessaan tuottajien osalle. Toisin sanoen, kun kotimainen tuottaja vähentää tuotantoa, ei siitä aiheudu hinnannousua ja vähennetty määrä korvautuu kokonaisuudessaan tuonnilla. Mikäli hintajousto on puolestaan pieni, kohdistuvat hyvinvointitappiot silloin sekä kuluttajien että tuottajien osalle tai jopa kokonaisuudessaan kuluttajien kannettavaksi, koska korvaavien tuotteiden saaminen on vaikeaa.

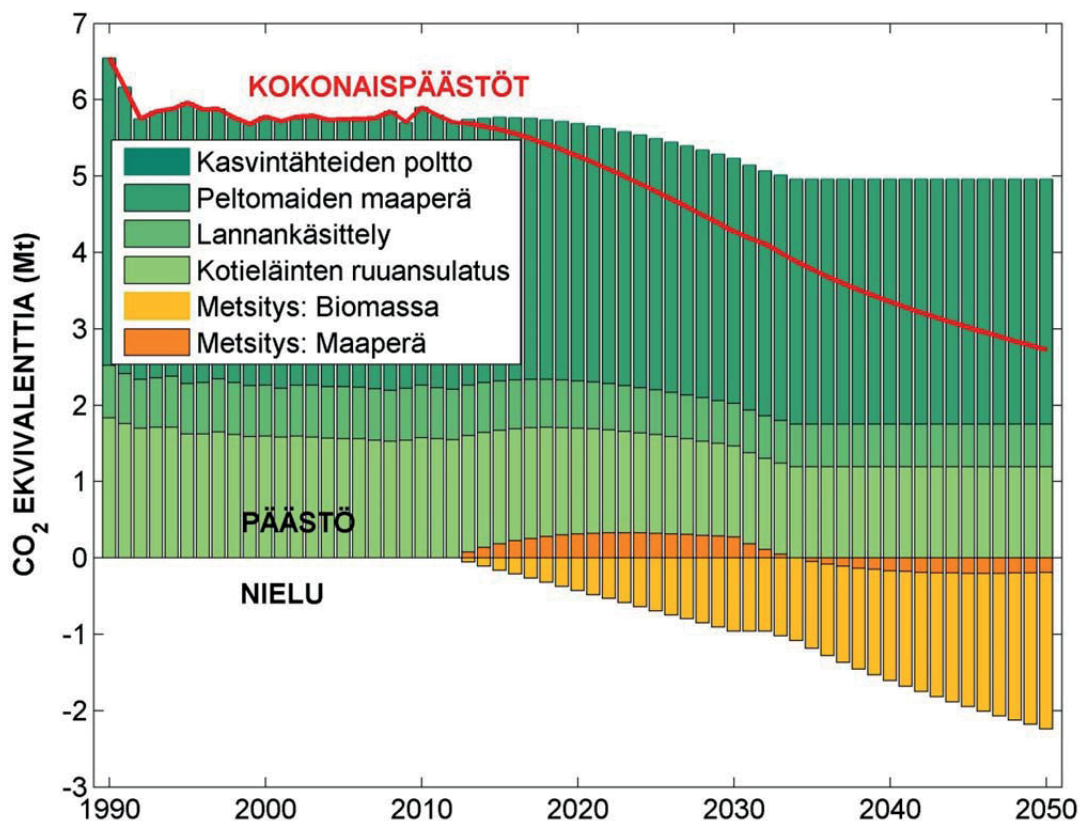
Tämän skenaarion laskelmissa on oletettu, että lihan- ja maidonkulutus Suomessa pysyy vuoden 2012 tasolla, mikä puolestaan perustuu pohjimmiltaan oletukseen tuonnin täydellisestä korvaavuudesta (korkea hintajousto) sekä oletukseen merkityksettömistä kuljetuskustannuksista. Nämä oletukset eivät luonnollisesti vastaa täysin todellisuutta, mutta ne on omaksuttu skenaarioharjoituksessamme yksinkertaistavuuteen perustuen. Voimme tällöin laskea hyvinvointitappion määrän arvion käyttämällä ainoastaan tietoa tuottajien tulonmenetyksistä tuotannonvähennyksen seurauksena. Myös hiilivuodon arvioiminen on helpompaa. Mikäli hintajousto olisi alhaisempi tai jos kuljetuskustannukset olisivat korkeammat, niin silloin kotimainen lihan- tai maidonkulutus ei pysyisi samalla tasolla tuotannonvähennyksen jälkeen. Tällöin hyvinvointitappiot kohdentuisivat kuluttajille, ja olisi jopa mahdollista, että tuottajat hyötyisivät tuotannonvähennyksestä korkeampien hintojen seurauksena. Myös hiilivuoto olisi tällöin pienempi.

Skenaariossa oletetaan, että rehukysynnän laskiessa peltopinta-alaa metsitetään. Metsityksen kannattavuus riippuu puolestaan lajivalinnasta, maaperästä ja sijainnista. Metsitys aiheuttaa perustuskuluja ja näitä on perinteisesti tuettu Kemera-rahoituksella. Toinen merkittävä kustannus maanomistajalle on mahdollisten peltotukien menetys. Pellonmetsitykseen onkin aiemmin ollut mahdollista saada tulonmenetykskorvausta.

## 4.3. Tulokset ja tulosten tarkastelu

### 4.3.1. Päästöt

Maatalouden dityppioksiidi- ja metaanipäästöt olivat 5,75 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2005, ja ne ovat olleet lähellä tuota tasoa koko 2000-luvun. Nyt tarkasteltu skenaario vähentäisi näitä päästöjä 0,78 Mt eli 13 % vuoteen 2030 mennessä (kuva 6). Päästöt vähenisivät eniten maaperästä (N<sub>2</sub>O) ja eläinten ruansulatuksesta (CH<sub>4</sub>). Peltojen metsityksestä saataisiin lisäksi hyötyä maankäytön hiilidioksidipäästöjen osalta, kun kasvava biomassalla olisi välitön hiilinielu, ja myös maaperä kääntyisi nieluksi vuoden 2030 jälkeen. Rehualasta vapautuvien peltojen metsityksestä saatava hiilinielu olisi 0,69 Mt CO<sub>2</sub> vuonna 2030 ja 2,24 Mt vuonna 2050.

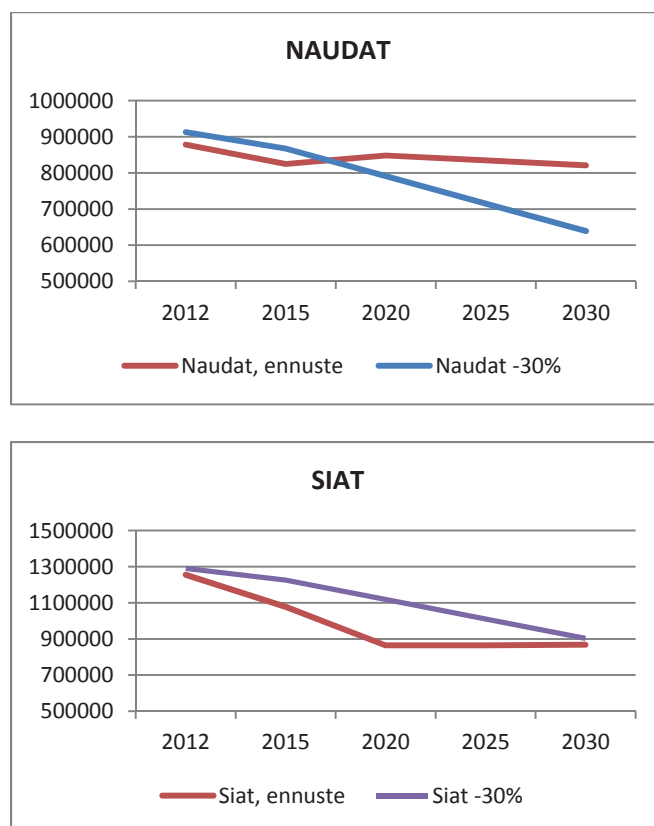


**Kuva 6.** Maatalouden raportoidut kasvihuonekaasupäästöt ja simuloitujen tulokset vuoteen 2050.

Peltojen metsityksestä aikaansaatu hiilinielu ei voi käyttää maatalouden päästövähennysvelvoitteen täyttämiseksi, vaan sen osuus häviäisi koko maankäyttösektorin osaksi. Maankäyttösektorin nielu on ollut 14–40 Mt CO<sub>2</sub> vuosina 1990–2012 (Statistics Finland 2014). Tilakokonaisuuden päästöjen kannalta metsällä voi kuitenkin olla iso merkitys. Hyvin karkean laskelman mukaan esimerkiksi tila, jolla on 600 sikaa ja 80 ha peltoa, kompensoisi maataloustuotannosta tulevat päästönsä 100–300 metsähehtaarilla. Toisaalta, 40 hehtaarin kasvinviljelytila olisi hiilineutraali jo 40–100 ha metsäalan ansiosta. Maatiloilla on metsää keskimäärin 40 hehtaaria, joten voidaan päätellä, että osa tiloista on hiilineutraaleja tälläkin hetkellä.

### 4.3.2. Sektorivaikutukset

Päästövähennystavoitteiden saavuttaminen eläinmäärän vähennyksen kautta merkitsee 30 % leikkausta nautojen ja sikojen lukumäärässä vuoteen 2030 mennessä. Aiemmin arvioidun perusuran kehityksen mukaan (Regina ym. 2014) sikojen määrän on arvioitu tulevaisuudessa todennäköisesti vähenevän määrällä, joka vastaa tässä arvioitua 30 % vähennystä, kun taas nautojen määrä laskisi aiemmin arvioidun perusuran kehitystä rajummin (kuva 7). Vaikka nautojen lukumäärä on laskenut tasaisesti vuosien 1990–2010 välillä, vähennys lihantuotannossa on ollut huomattavasti pienempi. Tämä selittyy samaan aikaan kasvaneilla keskiteuraspaineilla. Esimerkiksi sonnin keskiteuraspaine on kasvanut 71 kg vuosien 1996–2010 välillä. Sama yksikkötuottavuuden kasvava trendi on pätenyt myös maidontuotantoon. Vaikka maitotilojen määrä on vähentynyt vuosien 2000–2010 välillä 61,5 %, niin maidontuotanto on samanaikaisesti supistunut vain 6,4 %. Sianlihantuotanto on puolestaan lähes samalla tasolla kuin kymmenen vuotta sitten. Sikojen lukumäärässä on tosin ollut huomattavaa vaihtelua: lähes koko vuosikymmenen kestänyt nousu kääntyi laskuun vuosikymmenen lopulla. Tämä kehitys on heijastunut myös sianlihan tuotannon kasvuun ja laskuun.



**Kuva 7.** Arvioitu vähennys nautojen ja sikojen määrässä suhteessa aiemmin tehtyyn ennusteeseen perusuran kehityksestä.

Jos lypsylehmiä poistetaan 83 000 kpl, niin lakkautettavia lypsytiloja olisi noin 2 600 kpl. Tämä luku perustuu oletukseen, että lypsylehmiä poistettaisiin tasaisesti kaikista lypsytilojen kokoluokista. Jos lypsylehmiä sen sijaan poistetaan ainoastaan pienimmistä tiloista, niin silloin lakkautettavia lypsytiloja olisi noin 4 500 kpl. Yhteensä lypsytiloja oli 8 980 vuonna 2012 (MTT 2014). Vuonna 2013 Suomessa oli sikaloita noin 1 600 kpl. Jos niistä poistetaan 30 %, niin lakkautettavien tilojen määrä olisi noin 500 kpl.

### 4.3.3. Hiilivuoto

Hiilivuodon määritelmänä käytetään sitä kasvihuonekaasupäästöjen määrää, joka syntyy kotimarkkinoiden ulkopuolella kotimaisten hillintätoimenpiteiden seurauksena. Hiilivuoto voi kohdistua sekä tuonti- että vientimarkkinoille. Tuontimarkkinoilla hiilivuoto tarkoittaa tämän tutkimuksen puitteissa sitä, että eläinmäärät (ja sitä kautta päästöt) kasvavat ulkomailla suomalaisen tuontikysynnän kasvun seurauksena. Vientimarkkinoiden hiilivuoto puolestaan tarkoittaa sitä, että suomalaisen tuotannon supistuessa vientimaat joutuvat korvaamaan suomalaisia tuotteita joko tuottamalla elintarvikkeet itse tai tuomalla niitä joistain muista maista.

Hiilivuodon suuruuteen vaikuttaa kaksi seikkaa. Ensinnäkin kuinka suuri on yllä mainittu markkinavaikeus eläinmäärän vähennyksestä. Toiseksi kuinka tuontimarkkinat sopeutuvat kasvavaan suomalaiseen kysyntään. Tässä skenaariossa oletetaan, että tuonnin kasvu välittyy kokonaisuudessaan eläinmäärän lisääntymiseen ulkomailla. Tästä oletuksesta seuraa myös, että maailmanmarkkinahinta pysyy ennallaan tuonninkasvun kasvusta huolimatta. Hiilivuodon määrä riippuu myös siitä, millä päästökertoimilla korvaavien liha- ja maitotuotteiden päästöt lasketaan.

Alla olevassa taulukossa 7 ilmoitetut luvut perustuvat yksinkertaistaviin odotuksiin ulkomaankaupan muutoksista vuoteen 2030 mennessä. Ensinnäkin viennin oletetaan päättyvän kokonaan. Tämä ei välttämättä pidä paikkaansa, mikäli korkeamman jalostusasteen omaavia tuotteita edelleen viedään ulkomaille. Toiseksi laskelmissa ei ole otettu huomioon keskiteuraspainojen nousua. Kolmanneksi luvut kuvaavat vuoden 2030 tilannetta, mutta ei siihen johtavaa kehitystä eli sitä, että eläinmääriä vähennetään lineaarisesti vuosien 2012–2030 välillä. Neljänneksi maitotuotteiden osalta on oletettu, että tuonnin ja viennin rakenne eivät muutu tarkasteluajanjaksolla. Samoin kulutuksen rakenne oletetaan muuttumattomaksi.

**Taulukko 8.** Suomeen tuotujen ja Suomesta vietyjen tuotteiden aiheuttama hiilivuoto.

		Naudanliha	Sianliha	Maitotuotteet
		(Irlanti)	(Tanska)	(Tanska)
Tuonti	Eläinmäärä	273 800	200 000	37 000
	Tuonnin muutos	+162 %	+142 %	+96 %
Vienti	Eläinmäärä	~0	187 000	46 000
	Viennin muutos	~0	- 100 %	- 100 %
Hiilivuoto (Mt CO <sub>2e</sub> )		0,51	0,51	0,13

Yhteensä karkeasti arvioitu tuonnin ja viennin hiilivuoto olisi 1,1 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. (taulukko 8), mikä olisi selvästi enemmän kuin Suomessa eläintuotannon vähentämisellä saavutettu päästövähennys (0,8 Mt CO<sub>2</sub>-ekv.). Sianlihan tapauksessa päästöt olisivat likipitäen samat Tanskassa kuin Suomessakin. Nautojen päästöjä sekä Tanskassa että Irlannissa nostaa suurempi metaanin kerroin lannalle (lämpimämpi ilmasto) sekä Tanskan tapauksessa myös isompi hehtaarikohtainen päästö rehuntuotannolle (korkeampi lannoitustaso ja isot epäsuorat päästöt etenkin huuhtoutuneesta typestä). Voidaan siis todeta, että vastaavan tuotteen tuominen todennäköisimmistä korvaavista maista ei pienentäisi suomalaisen ruoankulutuksen kokonaisvaikeutusta alkutuotannon päästöihin EU:n tasolla. Kyseessä ei kuitenkaan ole hiilijalanjälkiverailu, koska tarkastelu koskee vain maatilalla syntyviä päästöjä. Raportoidut päästöt eivät ole täysin vertailukelpoisia, sillä laskenta on jossain määrin joustavaa ja osa päästöjen eroista maiden välillä perustuu laskennassa tehtyihin valintoihin.

#### 4.3.4. Hyvinvointitappiot, tulonmenetykset ja korvaavat tulonlähteet

Taulukko 9 esittää tuotantolinjoittain vuoden 2012 tuotannonarvon tuottajainnoin mitattuna. Näistä tiedoista on kuitenkin vaikea arvioida tulonmenetyksiä, koska täytyisi myös tietää keskimääräinen yksikkökustannus sekä tukien määrä. Näin ollen laskemme tulonmenetyksen sijaan suoraan vähennyksen maa- ja elintarvikesektoreiden bruttokansantuotteen osuudessa.

**Taulukko 9.** Kotimaisten tuotteiden tuotannonarvo.

	Maito	Naudanliha	Sianliha	Yhteensä
Tuotannonarvo v. 2012 (mrd €)	1,01	0,22	0,31	1,54

Maa- ja elintarvikesektoreilla on merkittävä vaikutus Suomen bruttokansantuotteeseen. Vuonna 2012 niiden osuus oli yhteensä kuusi miljardia euroa eli 3,6 % BKT:stä. Kotimaisen eläintuotannon leikkaaminen vähentäisi tätä osuutta, mutta vähennyksen suuruus riippuisi siitä, kuinka paljon kotimainen elintarviketeollisuus kykenee korvaamaan kotimaisia raaka-aineita ulkomaisilla raaka-aineilla. Mikäli korvaavuus on huono, tarkoittaa se meidän skenaariossamme sitä, että myös korvaavat elintarvikkeet tulisivat ulkomailta ja kotimainen elintarviketuotanto vähenisi. Oletamme skenaariossamme, että elintarviketeollisuus kykenee korvaamaan kotimaisen tuotannon täydellisesti tuontiraaka-aineilla. Laskemme hyvinvointitappion siten ainoastaan maataloussektorin osalta.

Maataloussektorin osuus BKT:sta oli 2 % vuonna 2012, mikä vastaa 3,4 mrd. euroa. Tämä luku sisältää myös puutarhatalouden. Meillä ei ole mahdollisuutta arvioida tarkasti, kuinka paljon tämän skenaarion tuotannonvähennys vaikuttaa tähän osuuteen, mutta voimme laskea karkeasti, että myös tämä osuus vähenee lineaarisesti vuosina 2012–2030 saavuttaen 30 % pienemmän tason vuonna 2030. Jos nämä vuosittaiset vähennykset lasketaan yhteen ja diskontataan nykyhetkeen 3 % korolla, saadaan hyvinvointivaikutukseksi 6,55 mrd. €. Diskonttaamaton summa on 9,18 mrd. €. Tässä emme ota kantaa, miten maataloustuet mahdollisesti kehittyisivät skenaarion alaisuudessa. Jos oletamme, että yllä laskettu tuotannonarvo tuottajainnoin olisi parempi lähtökohta hyvinvointitappioiden laskennalle, niin silloin tappioiden summa noin puolittuisi.

Skenaariossamme peltojen metsittäminen mahdollistaa korvaavien metsätulojen synnyn. Metsitettävä pinta-ala vuosina 2012–2030 on ohrapeltojen osalta 151 000 ha ja nurmipeltojen osalta 198 000 ha. Kirjallisuuden perusteella pellonmetsityksestä saatava keskimääräinen vuosittainen metsätulo kivennäismailla on noin 48 EUR/ha. Tämä hehtaaritulo on mitattu nykyarvossa, sillä istutettu metsä tuottaa tuloja vasta vuosien kuluttua ensin harvennusten ja sitten päätehakkuun muodossa. Esimerkiksi ohrapellon tuottama keskimääräinen vuositulo on puolestaan noin 220 €/ha, joten on selvää, että metsätuloista saatava korvaus ei yksistään riitä kannustamaan metsittämiseen. Toisaalta korvaukset tulonmenetyksestä ja mahdollisesti hiilensidonnasta nostaisivat metsittämisen kannattavuutta.

Todellisuudessa tuotannonvähennyksen vaikutukset aluetalouteen ja maaseudun elinvoimaisuuteen voivat olla merkittäviä. Tuotannon vähentäminen vaikuttaa suoraan maataloussektoriin, mutta myös koko elintarvikesektorin arvoketjuun. Esimerkiksi Etelä-Pohjanmaalla maatalous ja elintarviketeollisuus työllistävät yhteensä noin 15 % työllisistä. Kotimaisella tuotannonvähennyksellä olisi todennäköisesti siten työllisyyttä heikentävä vaikutus. Sen suuruus riippuu osittain siitä, miten paljon elintarviketeollisuus pystyy korvaamaan kotimaisia raaka-aineita ulkomaisella tuonnilla. Tällä hetkellä sen raaka-aineista 70 % tulee suomalaisesta alkutuotannosta, joten tuotannonvähennys kiristäisi kilpailua jäljelle jäävistä kotimaisista raaka-aineista sekä pakottaisi teollisuuden etsimään uusia raaka-ainelähteitä ulkomailta. Toisaalta kuljetuskustannukset rajoittavat raaka-aineiden tuonnin määrää, mikä voi heikentää kotimaisen elintarviketeollisuuden kilpailuasemaa.

Vaikutukset eivät kuitenkaan rajoittuisi ainoastaan maatalous- ja elintarvikesektoreille, sillä on myös otettava huomioon paikallistalouteen kohdistuvat kerrannaisvaikutukset useissa eri arvoketjussa. Maataloussektori on merkittävä investointien lähde ja niinpä investointikysynnän vähennyksellä olisi kielteisiä vaikutuksia moniin paikallisiin yrityksiin ja toimialoihin. Näiden vaikutusten suuruusluokan ennustaminen on kuitenkin vaikeaa, sillä on myös mahdollista, että maaseudulle kehittyä korvaavia liiketoiminnanmuotoja,



joita on tarkemmin pohdiskeltu tämän hankkeen neljännessä skenaariossa. Sen sijaan on selvää, että tuotannonvähennyksestä aiheutuvat tulonmenetykset vaikuttavat heikentävästi paikallistalouteen, mikäli näitä korvaavia tulonlähteitä ei ole. Kerrannaisvaikutukset vaikeuttaisivat myös kuntapalvelujen järjestämistä vähentyvien verotulojen seurauksena.

Tuotannonvähennyksellä on vaikutuksia myös elintarvikkeiden kuluttajahintoihin ja sitä kautta suomalaisten kuluttajien hyvinvointiin. Näiden vaikutusten ennustaminen ei kuitenkaan ole yksiselitteistä, sillä siihen vaikuttaa esimerkiksi se, kuinka helposti kotimaisia raaka-aineita ja elintarvikkeita voidaan korvata ulkomaisilla tuotteilla. Tässä olemmekin olettaneet, että ulkomainen tuonti korvaa kotimaisen tuotannon täysin eikä siten synny kuluttajan hyvinvointitappioita. Sen sijaan kotimaisen tuotannon vähennys voi olla merkittävä riski suomalaisen yhteiskunnan ruokaturvalle. On ennustettu, että ruokaturvan merkitys nousee tulevaisuudessa entisestään tärkeämmäksi politiikkaa määritteleväksi tekijäksi globaalin väestönkasvu sekä ilmastonmuutoksen seurauksena. Tällöin ulkomaiseen tuontiin nojaaminen altistaa suomalaisen yhteiskunnan globaaleille markkinariskeille. Maaseudun elinvoimaisuuden heikentyminen voi edelleen heikentää kansallista sietokykyämme ilmastonmuutoksen, markkinoiden ja turvallisuusympäristön riskeille, mikäli se heikentää raaka-aineiden saatavuutta kriisiaikoina.

## Viitteet

- Luke 2015. Maataloustilastot. <http://www.maataloustilastot.fi>
- MTT 2014. Suomen maatalous ja maaseutuelinkeinot 2014. Jyrki Niemi ja Jaana Ahlstedt (toim.), 96 s., MTT Taloustutkimus 2014, Helsinki.
- EU 2009. DECISION No 406/2009/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009 on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32009D0406:EN:NOT>
- Regina K., Lehtonen H., Nousiainen J., Esala M. (2009) Modelled impacts of mitigation measures on greenhouse gas emissions from Finnish agriculture up to 2020. *Agricultural and Food Science* 18: 477-493.
- Regina, K., Lehtonen, H., Palosuo, T., Ahvenjärvi, S. 2014. Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt ja niiden vähentäminen. MTT Raportti 127: 42 p.
- Statistics Finland (2014). Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2011. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. <http://www.stat.fi/greenhousegases>
- TEM 2008. Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. Työ- ja elinkeinoministeriö. [www.tem.fi](http://www.tem.fi)
- Tulli 2015. Tavaroiden ulkomaankauppatilastot. [uljas.tulli.fi](http://uljas.tulli.fi)
- UNFCCC 2014. Ilmastositomuksen liitteen I maiden vuotuiset kasvihuonekaasupäästöraportit. [http://unfccc.int/national\\_reports/items/1408.php](http://unfccc.int/national_reports/items/1408.php)

## 5. Kuluttajakäyttäytymisen muutos vähähiilisyteen kannustajana

Merja Saarinen, Raija Tahvonen, Katri Joensuu

Tässä luvussa tarkastellaan ruokavalion ilmastovaikutusta suhteessa ruokavalion muutokseen terveellisempään suuntaan. Tarkastelu sisältää useita erilaisia keskimääräisiä ruokavalioita, joissa pyritään noudattamaan suomalaisia ravitsemussuosituksia (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014) ja osassa ruokavalioista myös tiukempia kansainvälisiä suosituksia (Macdiarmid ym. 2011, Lagerberg Fogelber 2008) ja viimeaikaisen ravitsemustutkimusten tuottamaa tietoa (Wu ym. 2015, Leenders ym. 2014, Oyebode ym. 2014, McMichael ym. 2007). Tarkastellut ruokavaliot noudattavat ravitsemussuosituksen energian saantisuositusta ja suositusta energian saannin jakautumiseksi eri lähteisiin eli hiilihydraatteihin, rasvoihin ja proteiineihin, mikä ilmaistaan ns. energiaprosentteita (E%<sup>3</sup>). Eri ravintoaineiden määrissä pyrittiin myös ravitsemussuosituksen noudattamiseen, mutta joissakin kohdissa suositukset jäivät täyttymättä. Nämä raportoidaan tulososiossa.

Suomalaiset ravitsemussuositukset pitävät sisällään nyt myös ensimmäistä kertaa suosituksia ympäristövaikutusten näkökulmasta (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Tässä käsillä olevassa tarkastelussa ruokavalioita muodostettaessa kiinnitettiin ensisijaisesti huomiota ruokavalion ravitsemuksellisiin vaikutuksiin, jolloin saatiin esille ns. terveellisten ruokavalioiden ilmastovaikutusten vaihteluväli. Samalla tuotettiin kvantitatiivista pohjaa Suomalaisten ravitsemussuositusten ympäristösuositusten tueksi ja jatkokehittämissä.

Tässä tarkastelussa ei oteta kantaa ruokavalion muutoksen realistisuuteen eikä muutoksen välillisiin vaikutuksiin, joita esimerkiksi ruokavalioiden taloudelliset vaikutukset voisivat aiheuttaa.

### 5.1. Tarkasteltavat ruokavaliot

Alun perin oli tarkoitus verrata neljää eri ruokavaliota: A nykykulutus, B ravitsemussuosituksen mukainen sekaruokavalio, C vegaaninen kasvisruokavalio ja D kotimainen, kasvisvoittoinen ruokavalio. Työn kuluessa kävi kuitenkin ilmi, että kustakin edellä mainitusta ruokavaliosta on tarpeen muodostaa vielä alaskenaarioita. Niinpä lopulta muodostettiin yhteensä 14 ruokavaliota. Näiden ruokavalioiden sisältämät ruoat on esitetty tuoteryhmätasolla taulukossa 10.

**Nykykulutusta** kuvataan kahdessa skenaariossa: A ja A1. Näistä A perustuu eri ikäryhmiä koskeviin ruoankäyttötutkimusten tuloksiin (Aldén-Nieminen ym. 2009, Hasunen ym. 2004, Helldán ym. 2013, Kyttälä ym. 2008, Hoppu ym. 2008). A1 on muuten sama kuin A, mutta joissakin tuoteryhmissä kulutusmääriä on nostettu Ravintotaseen (2013) ilmoittamien ruoankulutusmäärien perusteella. Korjaustarve kohdistui sokeisiin, alkoholiin, (valkoiseen) vehnään ja kananmunaan. Nykykulutusta kuvaavien skenaarioiden luomisessa oli käytössä vain kulutustutkimusten julkaistut tulokset päätuoteryhmistä, ja sen takia joissakin tuoteryhmissä tehtiin täydentäviä alajakoja. Palkokasveissa ja pähkinöissä alajako tehtiin olettaen, että pähkinöitä on 20 % kulutuksesta ja palkokasvien kulutuksesta 40 % on hennettä, 40 % muita papuja kuin härkäpapu ja soija, 10 % härkäpapua, 5 % hampppua ja 5 % soijaa. Kasvisten kulutuksen tarkempi jakauma saatiin Kotimaiset kasvikset ry:n julkaisemasta Kasvistaseesta (2008). Yksittäisten kalalajien osuus kalankulutuksesta arvioitiin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (2013) tilastojen avulla. Lihojen (lammas, hevonen, riista, syötävät elimet) kulutusosuudet laskettiin Luken Ravintotaseen (2012) pohjalta. Marjojen kulutusjakauma arvioitiin viljeltyjen marjojen tuotanto- (Tike 2013) ja luonnonmarjojen keruulukujen (Roininen & Morkkila 2007) perusteella.

<sup>3</sup> E%=energiaprosentti. Energiaravintoaineiden (rasvat, hiilihydraatit, proteiiniin ja alkoholi) osuudet ruokavaliosta tai ruosta saatavasta kokonaisenergiämäärästä. (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014)

B-ryhmän skenaarioiden lähtökohtana oli **ravitsemussuosituksen mukainen sekaruokavalio**. B-skenaariossa ruokavalion muodostamisen periaatteena oli se, että ruokavalion muutos olisi mahdollisimman pieni nykyiseen verrattuna. Ravitsemussuosituksista painotettiin määrällisiä suosituksia, jotka kohdistuvat kasvien, hedelmien ja marjojen (yht. vähintään 500 g per päivä), pähkinöiden (30 g per päivä), viljojen (työikäisillä 7,5 annosta per päivä), kalan (2-3 annosta per viikko), maidon (5,5 dl per päivä), punaisen lihan (enintään 500 g per viikko), sokerin (10E%) ja alkoholin (1,5 annosta per päivä) määrään. Annokset muutettiin grammoiksi Sääksjärven ja Reinivuon (2004) mukaan käyttäen keskimääräisiä annoskokoja. B-skenaariossa ruokavalio muodostettiin niin, että se sisältää suositellun enimmäismäärän tai vähimmäismäärän kyseisten tuoteryhmien tuotteita. Tuoteryhmän sisällä tuoteryhmän kulutuksen jako tuotteiden välillä tehtiin pääsääntöisesti nykyisen kulutusrakenteen mukaisesti, eli kuten skenaariossa A. Lisäksi voin kulutus siirrettiin kasviöljyjen ja margariinien kulutukseen ja juustojen kulutus puolitettiin.

B-skenaariosta muodostettiin B mod -skenaario, jossa otettiin huomioon ympäristösuositukset niin, että 1) tomaatin ja kurkun kulutus rajattiin nykytasolle ja lisättiin suhteessa enemmän avomaavihannesten määrää, 2) osa riisin lisääntyneestä kulutuksesta kohdistettiin ohralle ja kauralle, 3) hedelmien kulutus rajattiin nykykulutukseen ja vastaavasti marjojen kulutusta lisättiin suhteessa enemmän, ja punaisen lihan määrää vähennettiin kolmannekseen nykykulutuksesta, mistä seurasi myös maitotuotteiden määrän vähennys kolmannekseen nykykulutuksesta ja tuon vähennyksen ja ravitsemussuosituksen mukaisen lisäkulutuksen korvaaminen kasvisperäisillä maidonkaltaisilla tuotteilla. Taustalla oli oletus, että maidon tuonti ei lisäännä, vaikka kotimainen tuotanto vähenee<sup>4</sup>. Ravitsemuksen näkökulmasta tehtiin muutos täysmehun määrään, joka rajattiin nykykulutukseen.

B1-skenaariossa tulkittiin suomalaisia ravitsemussuosituksia tiukemmin kuin B-skenaariossa. Tiukempi tulkinta perustui syöpäjärjestöjen suosituksiin (AICR 2015), viimeaikaiseen ravitsemustieteelliseen tutkimukseen (Leenders ym. 2014, Oyebode ym. 2014, Wu ym. 2015) ja siihen periaatteeseen, että ruokavaliossa karsitaan pois kaikki ravitsemuksen näkökulmasta tarpeettomat tuotteet, esimerkiksi sokeri, kahvi, tee, alkoholijuomat. Täysmehua ei sisällytetty ruokavalioon olleenkaan. Punaisen lihan määrä rajattiin 50 g per päivä (350 g per viikko). Voin kulutus kohdistettiin lähes kokonaan kasviöljyille (1 g per päivä jätettiin ruokavalioon) eikä margariineja sisällytetty ollenkaan ruokavalioon. Valintoihin vaikutti myös kotimaisuuden suosiminen, esim. palkokasvien lisääntynyt määrä kohdistettiin kokonaisuudessaan härkäpavulle. Tomaatin, kurkun ja paprikan kulutuksen rajaaminen nykykulutukseen perustui puolestaan niiden korkeisiin (tuotekohtaisiin) ympäristövaikutuksiin.

C-ryhmän muodostivat kolme **kasvisruokavaliota**, jotka kaikki olivat myös vegaaniruokavaliota: C, C mod ja C1. Myös kaikki vegaaniruokavaliot noudattivat periaatteitaan suomalaisia ravitsemussuosituksia kasvukunnan tuotteiden osalta. C-skenaariossa noudatettiin samankaltaisia periaatteita kuin B-skenaariossa, eli mahdollisimman pienet muutokset nykykulutukseen, tuoteryhmän sisäiset kulutukset jaettiin pääsääntöisesti tuotteille niiden nykykulutuksen mukaisissa suhteissa ja pyrkimys oli monipuolisiin proteiininlähteisiin. Ruokavalioon tehtiin soveltuvin osin samat ns. peruskorjaukset eri tuoteryhmien kulutuksissa kuin B-skenaariossa. Poikkeuksena näihin muutoksiin lisättiin viljojen määrää, jotta ruokavalio tarjoaisi riittävästi energiaa, ja hedelmien määrä rajattiin nykykulutukseen ja marjojen suhteellista osuutta nostettiin. Myös sokerin määrää vähennettiin 5 E%:iin. C mod -skenaario muokattiin C-skenaariosta B mod-skenaariossa muodostamisen periaatteita noudattaen. C1-skenaario poikkesi muista C-skenaariosta lähinnä siinä, että proteiininlähteen painottuivat soijaan. Sokeria tässä skenaariossa ei ollut ollenkaan.

D-ryhmän skenaarioissa korostettiin kotimaisuutta. Ruoka-ainevalintojen lisäksi joissakin raaka-aineissa nostettiin kotimaisuusastetta. D-ryhmän skenaariot edustavat **kasvisvoittoisia kotimaisia ruokavaliota**. Ne poikkeavat toisistaan lähinnä proteiinin lähteiden osalta. D-skenaariossa proteiinin lähteet ovat monipuoliset, sisältäen suosituksen mukaisen määrän kasviproteiinia sisältäviä raaka-aineita ja kalaa sekä nykykulutuksen verran riistaa ja muuta lihaa kuin nautaa, sikaa, broileria ja kalkkunaa, kuten lammasta. D-

<sup>4</sup> Ei myöskään oletettu, että kotimainen nautatalous pysyisi entisen laajuisen ja suomalaisesta kulutuksesta vapautuva nautan liha vietäisiin ulos, mutta maito kulutettaisiin edelleen Suomessa.

skenaariosta muodostettiin myös mod -versio, jossa mm. tomaatin ja kurkun kulutus rajattiin nykytasolle ja vastaavasti lisättiin suhteessa enemmän avomaakasviksia. Muista D-ryhmän skenaarioista muodostettiin vain mod-versiot, eli otettiin huomioon joitakin ympäristösuosituksia. D1 mod-skenaariossa pääasiallisena proteiinin lähteenä on naudanliha. Sen määrä asetettiin nykykulutuksen tasolle. Skenaario sisältää myös maitotuotteita. Lisäksi skenaario sisältää suosituksen verran kalaa ja nykykulutuksen verran muuta lihaa kuin nautaa, sikaa, broleria ja kalkkunaa. D2 mod-skenaariossa pääasiallisena proteiinin lähteenä on sianliha. Muilta osin se noudattaa D1 mod-skenaariota. D3 mod-skenaariossa pääasiallisena proteiinin lähteenä on broilerin liha. Muilta osin myös se noudattaa D1 mod-skenaariota. D4 mod -skenaariossa pääasiallisena proteiinin lähteenä on kala, jota siinä on 20 % enemmän kuin muissa skenaarioissa. Muilta osin se noudattaa D1 mod-skenaariota.

**Taulukko 10.** Skenaarioiden sisältämät raaka-aineet.

	A	A1	B	B mod	B1	C	C mod	C1	D	D mod	D1 mod	D2 mod	D3 mod	D4 mod
Kasvikset yhteensä	139	139	287	288	47 7	287	289	286	287	289	288	288	288	288
Juurekset	28	28	59	78	20 9	59	78	59	59	78	78	78	78	78
Sipulit	14	14	30	45	63	30	45	30	30	45	45	45	45	45
Kaalit	14	14	29	48	77	29	48	29	29	48	48	48	48	48
Kasvihuonevihannekset	76	76	156	103	97	156	103	156	156	103	103	103	103	103
Muut vihannekset	7	7	13	13	31	13	15	13	13	15	13	13	13	13
Pavut ja herneet	12	12	21	14	22	60	60	72	30	30	14	14	14	14
Pähkinät	3	3	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
Peruna	80	80	80	80	80	80	81	80	95	97	80	80	80	80
Hedelmät	126	126	166	135	23 9	135	68	135	68	68	68	68	68	68
Marjat	20	20	25	53	23 9	53	123	53	123	123	123	123	123	123
Viljat	130	183	166	166	20 3	249	249	268	249	249	249	249	249	249
Rasvat	39	39	43	43	43	43	43	43	43	43	53	53	53	58
Kala, äyriäiset	26	26	45	45	45	0	0	0	45	45	45	45	45	47
Kananmuna	17	28	20	20	20	0	0	0	20	20	20	20	20	20
Liha	126	126	107	72	93	0	0	0	9	9	32	37	41	9
Maito	519	519	544	194	52 5	0	0	0	0	0	417	0	0	0
Kasvipohjaiset maidonkaltaiset valmis- teet	0	0	0	350	0	568	550	340	562	562	126	563	525	563
Sokeri, makeiset, suklaa	31	83	60	60	0	32	4	4	32	32	32	32	32	32
Juomat yhteensä	134 6	165 4	130 2	1164	74 5	117 1	1171	117 1	117 1	1171	1171	1171	1171	1171
Muut tuotteet	18	18	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Suola	8	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Muut muut tuotteet	10	10	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Merilevä						2	2	2	2	2	2	2	2	2
Avokado						0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kantarelli						11	11	11	11	11	11	11	11	11
Sieni tatti, hapero						20	20	20	20	20	20	20	20	20
Seesamin siemenet						20	20	0	0	0	0	0	0	0

## 5.2. Ilmastovaikutusten arviointi

Skenaarioiden ympäristövaikutusten arviointiin sisällytettiin ruokavalioiden raaka-aineiden kulutus, ruoan jalostamisen ja valmistuksen vaatima energian kulutus, peltojen orgaanisen aineksen hajonnan päästöt, mahdollisen lisäpeltoalan päästöt tai vastaavasti vapautuneen peltoalan päästöt ja tuonnin kuljetusten energiankulutus.

Raaka-aineista aiheutuvan ilmastovaikutuksen arviointi perustui aiemmissä tutkimuksissa (Räsänen ym. 2014, Saarinen ym. 2011, Saarinen ym. 2014), EcolInvent-tietokannasta tai kirjallisuudesta saatuihin tuotekohtaisiin elinkaariisiin ilmastovaikutuksen tunnuslukuihin (mm. Busser ja Jungbluth 2009, Cinclair ym. 2009, Flysjö ym. 2011, Ledgard ym. 2011, Nemecek ym. 2011, Wallman ym. 2011). Arvioinnissa otettiin huomioon myös tuotantoketjussa tapahtuvat hävikit, mutta kuluttajan ruokahävikkiä ei tarkasteluun sisällytetty. Osalle tuotteista sovellettiin samankaltaisen tuotteen tunnuslukua, jos täysin vastaavan tuotteen tunnuslukua ei ollut käytettävissä.

Valmistuksen energian kulutus laskettiin vain nykykulutukselle ja samaa arviota käytettiin myös muissa skenaarioissa. Energiankulutuksen arvio sisälsi sekä teollisuuden että kotitalouksien toimet. Arvioinnissa otettiin huomioon myös ruokapalveluissa syöminen ja einesten osuus kotitalouksissa.

Lisäpeltoalan päästö arvioitiin laskemalla skenaariokohtaisesti tarvittavia raaka-aineita vastaava peltoala kulutusmäärien, kotimaisuusasteiden ja sato- tai tuotostasojen perusteella. Yhden lisäpeltohehtaarin päästöpotentiaalina käytettiin keskimääräistä arvoa 850 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia per ha (suullinen tiedonanto Kristiina Regina).

Tuonnin kuljetusten energiankulutus laskettiin skenaariokohtaisesti raaka-aineittain kulutusmäärien, kotimaisuusasteen ja laivakuljetusten päästökertoimien perusteella.

Ruokavalioiden ilmastovaikutusten arviointi sisältää suuria epävarmuuksia mm. tarkastelukohteen laajuuden ja tietolähteiden heterogeenisyyden takia. Epävarmuudelle ei kuitenkaan tuotettu kvantitatiivista arviota arviointiin tarvittavien tietojen puutteellisuuden vuoksi.

## 5.3. Tulokset

Tarkasteltaville 14 ruokavaliolle laskettiin ilmastovaikutukset, jotka ilmoitettiin jaettuina kotimaisiin ja ulkomaisiin raaka-aineisiin, valmistukseen, peltojen orgaanisen aineksen hajoamiseen, lisäpeltoon tai vapautuvan peltoon ja tuonnin kuljetuksiin. Tulokset ilmoitetaan ruokavaliota kohden (kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia vuodessa) ja ruokavaliointain kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia per kcal ja kcal per kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia. Lisäksi tarkasteltiin, millä tuoteryhmillä tai tuotteilla on suurimmat vaikutukset ruokavalioiden ilmastovaikutukseen.

Ruokavalioiden ravitsemuksellinen laatu pitää ottaa huomioon tuloksia tulkittaessa. Sitä varten esitetään myös, kuinka hyvin ruokavaliot täyttävät ravintoaineiden saantisuositukset. Tulkintaa tehtäessä on kuitenkin syytä huomata, että ruokavalioiden ravintoainesisällön tarkastelu perustuu yksinkertaistettuun raaka-ainekoostumukseen, eikä siten anna tarkkaa kuvaa todellisesta ravintoaineiden saannista.

Skenaarioista arvioitiin myös peltoala ja kotimaisuusaste.

### 5.3.1. Ruokavalioiden vertaaminen ravitsemussuosituksiin

Ruokavalioiden ravintoainesisällöt laskettiin elintarvikkeiden koostumustietopankki Finelistä saatujen arvojen perusteella. Arvot otettiin joko tuoteryhmäkohtaisesti, esim. naudanliha keskimääräisenä naudanlihana, tai tuotekohtaisesti, esim. valkokaali.

Kaikki vaihtoehdot ruokavaliot (B, C ja D-ryhmät) muodostettiin niin, että ne täyttävät ravitsemussuosituksen energian saantisuosituksen ja energialähteen suositellun jaon hiilihydraattien, rasvojen ja proteiinien välillä. Sokerin osuus energiansaannista vaihteli ruokavalioiden välillä, mutta oli aina ravitsemussuosituksen mukainen (enintään 10 E%).

A-skenaario ei saavuttanut ravitsemussuosituksia energian ja sen jakautumisen osalta, eikä myöskään kuidun, rasvahappojen, raudan, kaliumin, magnesiumin, sinkin, folaatin, A- D- ja E-vitamiinin osalta. A1-skenaariota tarkastelua ei voitu tehdä luotettavasti mallinnusteknisistä syistä johtuen.

B-skenaarioissa ravitsemussuosituksen ravintoaineiden saantisuositukset täyttyivät lukuun ottamatta D-vitamiinin saantia nuoremmassa ikäluokassa ja tyydyttymättömien rasvahappojen saantia kaikissa ikäluokissa. B mod-skenaariossa oli puutteita yksittäistyydyttyneiden rasvahappojen, kalsiumin (nuorin ikäluokka), jodin ja B- ja D-vitamiinin saannissa. B1-skenaariossa oli D-vitamiinin puutetta kaikissa ikäluokissa ja jonkin verran myös puutteita jodin saannissa.

C-ryhmän skenaarioissa oli puutteita yksittäistyydyttymättömien rasvahappojen, B2-, B12-, A- ja D-vitamiinien saannissa. Lisäksi C mod -skenaariossa oli ikääntyneiden ikäluokassa lievää puutetta seleenin saannissa.

D- ja D mod -skenaarioissa oli puutteita yksittäistyydyttymättömien rasvahappojen, B2- ja D-vitamiinien saannissa ja nuorimmassa ikäluokassa lisäksi kalsiumin saannissa. D1-skenaariossa (nauta) oli puutteita yksittäistyydyttyneiden rasvahappojen ja nuoremmassa ikäryhmissä myös D-vitamiinin saannissa. D2- (sika) ja D3-skenaarioissa (broileri) oli puutteita B2- ja D-vitamiinin ja nuorimmassa ikäluokassa myös kalsiumin saannissa. D4-skenaariossa oli puutteita B2- ja D—vitamiinien ja nuorimmassa ikäluokassa myös kalsiumin saannissa.

Lisäksi kaikissa skenaarioissa natriumin saanti oli pääsääntöisesti yli suositellun määrän.

### 5.3.2. Ruokavalioiden ilmastovaikutukset

Kaikkien ruokavalioiden ilmastovaikutukset on esitetty kuvassa 8. Siitä nähdään, että vegaaniruokavalioiden ilmastovaikutukset ovat alhaisimmat, ja että korkein ilmastovaikutus on skenaariolla B.

Vegaaniruokavalioiden ilmastovaikutukset ovat 30–44 % alhaisemmat kuin nykyskenaarioiden A ja A1. Tarkastelu pitää sisällään myös peltoalan muutostarpeen, mutta toisaalta tarkastelu ei pidä sisällään peltomaan laadullisia muutoksia. Jos kasvisruokavalioon siirtyminen tarkoittaisi eläintuotannon radikaalia vähentämistä, olisi sillä mahdollisesti negatiivinen vaikutus peltomaan laatuun, koska lantaa ei enää levitetäisi pelloille. Tällöin maan orgaanisen aineksen määrä saattaisi vähentyä entistä nopeammin. Toisaalta palkokasvien laajemmalla käytöllä viljelykierroissa olisi potentiaalisesti peltomaata parantava vaikutus. Nettovaiikutuksen arvioiminen vaatii lisäselvittämistä.

B-skenaarion korkea ilmastovaikutus muodostaa eräänlaisen kauhuskenaarion siitä, mihin voidaan joutua, jos terveellistä ruokavaliota tavoiteltaessa ei kiinnitetä huomiota ympäristövaikutuksiin. Terveellinen ruokavalio voi sisältää raaka-aineita, joilla on korkea ilmastovaikutus (per kg tuotetta). Toisaalta useilla terveellisillä raaka-aineilla on alhainen ilmastovaikutus. B-skenaarion ilmastovaikutus on 13 % korkeampi kuin A-skenaarion ja 5 % korkeampi kuin A1-skenaarion ilmastovaikutus. Sekaruokavaliolla voidaan kuitenkin päästä myös nykykulutusta alhaisempiin ilmastovaikutuksiin kuten B mod- ja B1-skenaariot osoittavat. Riippuen ruokavalion sisällöstä voidaan päästä nykykulutusta noin 20 % alhaisempiin vaikutuksiin.

D-skenaarioiden ilmastovaikutukset ovat 7–29 % alhaisempia kuin A-skenaarion ja 14–34 % alhaisempia kuin A1-skenaarion. Naudanlihaa ja maitoa sisältävän skenaarion ilmastovaikutukset ovat jonkin verran korkeammat kuin muiden D-skenaarioiden. Broilerinlihaa ja sianlihaa sisältävien skenaariorien tulkintaan tosin tuo epävarmuutta se, että broilerin ja sianlihan tuotannossa käytetään paljon soijaa, eikä siihen liittyvää maankäytön muutoksesta aiheutuvaa ilmastovaikusta ole otettu tarkastelussa huomioon.

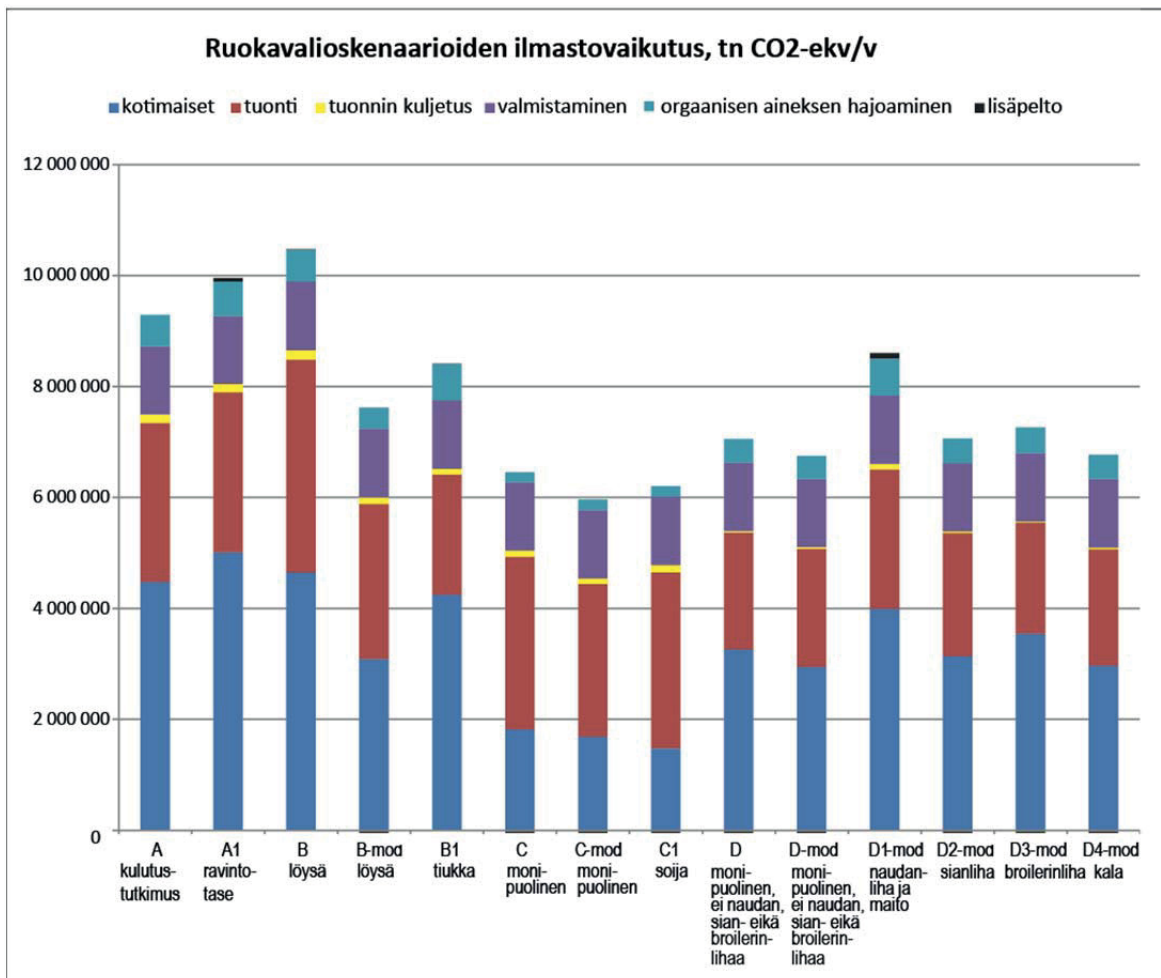
### 5.3.3. Muut tunnusluvut

Ruokavalioille laskettiin myös ilmastovaikutukset energiasisältöä kohden, kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia per kcal, ja energiasisältö ilmastovaikutusta kuvaavaa yksikköä kohden, kcal per kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia. Nämä tunnusluvut, peltopinta-alan muutostarve (% verrattuna nykyskenaarioon) ja kotimaisuusaste (%) on esitetty taulukossa 11.

Ruokavalioiden ilmastovaikutukset ruokavalion tuottamaa energiaa kohden vaihtelivat välillä 0,46–0,91 kg CO<sub>2</sub>-ekv/kcal ja saatava energiayksikkö ilmastovaikutuksen yksikköä kohden välillä 1,10–2,19 kcal/ kg CO<sub>2</sub>-ekv. Parhaiten näissä vertailuissa pärjäsivät C-skenaario eli monipuolinen vegaaniruokavalio, jossa oli otettu huomioon tuotekohtaisten ilmastovaikutusten vaihteluja (esim. kasvihuoneviihannesten kulutuksen rajoittaminen). Nykyinen ruokavalio on näiden tunnuslukujen perusteella ”puolta tehottomampi” kuin parhaiten pärjännyt ruokavalio.

Peltopinta-alan tarve vaihteli 68 % vähennyksestä 17 % lisätarpeeseen verrattuna skenaarioon A, joka kuitenkin jonkin verran aliarvioi ruoankulutusmäärät. Peltopinta-alan tarve oli alhaisin vegaaniruokavalioidissa ja korkein nautaa nykyisen kulutusmäärän sisältävässä, mutta kuitenkin kasvisvoittoisissa ruokavalioidissa (D1 mod), ja ravitsemussuosituksia tiukasti tulkitsevassa ruokavalioidissa B1. Peltopinta-alan tarve ja ilmastovaikutus eivät näiden tulosten perusteella ole suorassa yhteydessä toisiinsa, vaikka molemmissa mittareissa parhaat tulokset saadaankin vegaaniruokavaliolle.

Kotimaisuusaste oli matalin soijaan perustuvassa vegaaniruokavalioidissa (C1), mutta hyvin lähellä sitä oli myös B-skenaarioiden ns. ravitsemussuosituksen mukainen sekaruokavalio. Korkeimpaan kotimaisuusasteeseen päästiin kotimaisuutta korostaneissa monipuolisissa kasvisvoittoisissa ruokavalioidissa (D ja D1). Ilmastovaikutus ei näiden tulosten perusteella vaikuttaisi riippuvan kotimaisuusasteesta.



Kuva 8. Kaikkien ruokavalioiden ilmastovaikutukset



**Taulukko 11.** Ruokavalioita kuvaavia tunnuslukuja: ruokavalioiden sisältämä energia (kcal per keskimääräinen hlö), ilmastovaikutus per henkilö (CO<sub>2</sub>-ekv/v), ilmastovaikutus per energia (CO<sub>2</sub>-ekv/kcal), energiayksikkö per ilmastovaikutusyksikkö (kcal/ CO<sub>2</sub>-ekv), skenaarioiden peltoalantarve suhteessa nykyskenaarioon (%) ja skenaarion kotimaisuusaste (%).

	A	A1	B	B mod	B1	C	C mod	C1	D	D mod	D1 mod	D2 mod	D3 mod	D4 mod
Energia kcal	1852	2275	2248	2088	2284	2349	2228	2170	2234	2155	2305	2278	2233	2262
CO <sub>2</sub> -ekv kg/v (per henkilö)	1683	1830	1895	1378	1545	1089	1018	1036	1264	1207	1563	1269	1308	1226
CO <sub>2</sub> -ekv/kcal	0,91	0,8	0,84	0,66	0,68	0,46	0,46	0,48	0,57	0,56	0,68	0,56	0,59	0,54
Kcal/CO <sub>2</sub> -ekv	1,1	1,24	1,19	1,52	1,48	2,16	2,19	2,09	1,77	1,79	1,47	1,79	1,71	1,84
peltoala		10 %	3 %	-30 %	16 %	-68 %	-63 %	-68 %	-24 %	-26 %	17 %	-21 %	-19 %	-23 %
kotimaisuusaste	66 %	69 %	63 %	69 %	79 %	70 %	72 %	62 %	93 %	93 %	76 %	92 %	92 %	91 %

Taulukossa 12 on esitetty, millä tuoteryhmillä tai tuotteilla on suurimmat vaikutukset skenaarioiden A, B, C ja D ilmastovaikutukseen. Osuudet on laskettu pääsääntöisesti raaka-aineiden ilmastovaikutuksesta. Lihojen ja maitotuotteiden osuus on suurin skenaarioissa A ja B, jotka kuvaavat vahvasti sekaruokavalioita. Kasvismaitoilla, jotka korvaavat skenaarioissa C ja D maitotuotteita, on suuri rooli vegaaniruokavaliossa (C) ja kasvisvoittoisessa (D) ruokavalioissa. Kasvihuonetuotteiden rooli nousee selvästi esille kaikissa skenaarioissa suhteessa kaikkien kasvisten ilmastovaikutukseen, sillä niiden ilmastovaikutukset muodostavat suurimman osan kasvisten ilmastovaikutuksesta. Hedelmien ilmastovaikutus on suurempi kuin marjojen, mutta tasaantuu kun korostetaan kotimaista tuotantoa, jolloin marjojen määrä ruokavaliossa on suurempi. Viljojen rooli nousee, kun siirrytään vegaaniruokavalioon tai kasvisvoittoiseen ruokavalioon. Kasvisvoittoisissa ruokavalioissa myös rasvojen ja kalan rooli nousee. Juomilla on yllättävänkin suuri rooli kaikissa ruokavalioissa. Erityisesti kahvin<sup>5</sup> kulutuksesta aiheutuva ilmastovaikutus nousee varsin korkeaksi, nykykulutuksessa jopa samaan suuruusluokkaan naudanlihan kanssa. Vegaaniruokavalioissa ja kasvisvoittoisessa ruokavaliossa sen suhteellinen osuus nousee edelleen, koska ruokavalioiden kokonaisilmastovaikutus laskee. On kuitenkin huomattava, että kahvin ilmastovaikutuksen arvo tässä tarkastelussa sisältää myös kotitaloudessa tapahtuvan valmistusvaiheen, kun taas muissa tuotteissa/raaka-aineissa ruoaksi valmistaminen on arvioitu erikseen.

<sup>5</sup> kahvin kulutusmäärä on kaikissa skenaarioissa sama nykykulutuksen mukainen määrä 349 g/vrk, lukuun ottamatta skenaariota B1, joka ei sisällä kahvia ollenkaan.

**Taulukko 12.** Tuotteet ja tuoteryhmät, joilla on suurin vaikutus skenaarioiden A, B, C ja D ilmastovaikutukseen. Prosenttiosuuden on laskettu raaka-aineiden ilmastovaikutuksesta. HUOM! Kahvissa on mukana myös keittäminen eli valmistuksen vaihe.

%	A	B	C	D
<b>Kasvikset/</b>	6,4	11,4	18,6	31
<b>Kasvihuonevihannekset</b>	5,5	9,7	16	26,8
<b>Hedelmät</b>	7,1	7,5	10,1	8
<b>Marjat</b>				5,2
<b>Viljat</b>			7,6	12,1
<b>Rasvat</b>				8
<b>Kalat</b>		5		13
<b>Lihat/</b>	24,7	19,3		3,8
<b>Nauta/</b>	9,8	10,6		
<b>Sika/</b>	3,4	2,6		
<b>Broileri</b>	4,1	3,9		
<b>Maito</b>	27,6	23,5		
<b>Kasvismaidot</b>			23,3	37,4
<b>Juomat/</b>	17,3	15	21	22,7
<b>kahvi</b>	9,4	8,1	13,3	13,3

#### 5.3.4. Johtopäätöksiä

Tämän kvantitatiivisen ja systemaattisen ruokavalioiden ilmastovaikutusten arvioinnin perusteella, ruokavalioiden kestävyttä ravitsemuksen ja ilmaston näkökulmista lisäävät:

1. lihan ja erityisesti lihavalmisteen kulutuksen rajoittaminen – erityisesti naudanlihan määrän rajoittaminen on tehokas tapa vähentää ilmastovaikutuksia, samalla kuitenkin rajoittuu myös maitotuotteiden kulutus, ellei tuontia lisätä
2. avomaavihannesten runsas lisääminen
3. marjojen runsas lisääminen
4. viljojen kohtuullinen lisääminen, täysjyväviljojen suosiminen
5. alkoholijuomien kulutuksen rajoittaminen
6. sokerin kulutuksen rajoittaminen
7. kahvin kulutuksen vähentäminen

Tarkastelu tukee suomalaisia ravitsemussuosituksia, mutta toisaalta antaa perusteluja nykyistä tiukempienkin suositusten antamiselle, jos ilmaston suojeleminen ja parempaa ravitsemusta halutaan edistää samanaikaisesti.

Vaikka vegaaniruokavalioiden ilmastovaikutukset olivat tässä tarkastelussa alhaisimmat, on otettava huomioon myös, että tiukassa vegaaniruokavaliossa kohdataan helposti ravitsemuksellisia haasteita. Vegaaniruokavalioiden ilmastovaikutukset eivät myöskään olleet niin paljon poikkeavat vähän lihaa sisältävästä monipuolisesta kasvisvoittoisesta ruokavaliosta (D mod) ja naudanlihaa reilusti leikkaavasta sekaruokavaliosta (B mod), etteikö voisi todeta, että kaikkien ei suinkaan tarvitse olla vegaaneja saavuttaaksemme kansainvälisen tasolla kohtuullisen tason ruokavalioiden ilmastovaikutuksissa.

Mahdollisimman täysipainoinen (seka)ruokavalioiden saattaa pitkällä aikavälillä olla ilmastovaikutuksiltaan jopa pienin, jos huomioidaan ihmisen koko elinkaaren aikaiset terveysvaikutukset, mutta sen todentaminen vaatisi lisätutkimusta. Tässä arvioinnissa ei otettu huomioon ruokavalioiden pitkäaikaisvaikutuksia terveyteen, koska niitä ei nykytietämyksellä voida arvioida yksiselitteisesti. Terveellinen ruokavalioiden vähentää elintapatauti- (lihavuus, tyyppin 2 diabetes, sydän- ja verisuonitaudit, diabetes, mielialahäiriöt jne.) riskiä, ja terveellinen ruokavalioiden voidaan koostaa monin eri tavoin (Katz ja Meller 2014). Joidenkin terveel-

listen ruoka-aineiden ilmastovaikutukset voivat olla kohtuullisen suuria, mutta kun huomioidaan myös ravintoaineiden saanti, niiden käyttö voi olla perusteltua (Drewnowski ym. 2015, Cleveland ym. 2014, Tilman ja Clark 2014). Nykyinen keskimääräinen ruokavalio aiheuttaa elintapaisairauksia (lihavuus, tyyppin 2 diabetes, sydän- ja verisuonitaudit, syövät, mielialahäiriöt jne.). Ruokavalio ei kuitenkaan ole yksin syyllinen elintapaisairauksiin, vaan niihin vaikuttavat myös esimerkiksi liikunnan puute, alkoholi, tupakka, stressi, ympäristömyrkyt jne (Petersen ym. 2015). Toisaalta terveellistä ruokavaliota noudattavat elävät pidempään ja lisäävät siten kokonaiskulutusta ja siten myös siihen liittyviä ympäristövaikutuksia. Toisaalta ympäristövaikutuksia aiheutuu myös keskimääräisen **terveen** eliniän ja keskimääräisen eliniän välisestä erotuksesta (tällä hetkellä Suomessa lähes 15 vuotta), vuosista jolloin ihminen tarvitsee paljon terveydenhuollon palveluita ja jopa laitoshoidoa. Tämä erotus olisi kurottavissa huomattavasti pienemmäksi terveellisillä elintavoilla.

Nautintoaineiden, esim. kahvin, kulutuksessa olisi myös mahdollisuuksia kohtuullistaa ruokavalion ilmastovaikutuksia. Nykyruokavaliossa (A) kahvin poisjättäminen vähentäisi ilmastovaikutuksia noin 7 %, ja jos sekä kahvi että tee jätettäisiin pois, ilmastovaikutukset vähenisivät noin 9 %. Sen sijaan, jos kahvi korvattaisiin teellä, alenisi ruokavalion ilmastovaikutus vain 2 %. Kasvisruokavalioissa vaikutus olisi suurempi. Luonnollisesti nämä tulokset ovat sidoksissa käytettyihin tuotekohtaisiin ilmastovaikutuksen arvoihin. Kahvin ja teen ilmastovaikutusten arvot ovat kirjallisuudesta ja niihin sisältyy paljon epävarmuutta. Toisaalta kahvilla saattaa olla myös paljon edullisia terveysvaikutuksia (Cornelis CM 2015, Zhao ym. 2014).

## Viitteet

- AICR (American Institute for Cancer Research) 2015.  
[http://www.dietandcancerreport.org/expert\\_report/report\\_contents/index.php](http://www.dietandcancerreport.org/expert_report/report_contents/index.php) (19.2.2015)
- Aldén-Nieminen, H., Raulio, S., Männistö, S., Laitalainen, E., Suominen, M. & Prättälä, R. 2009. Ikääntyneiden suomalaisten ateriointi. Ruokapalveluiden seurantaraportti 3. Terveysten ja hyvinvoinnin laitos.
- Busser S. and Jungbluth N. 2009. The role of flexible packaging in the life cycle of coffee and butter. *Int J Life Cycle Assess* (2009) 14 (Suppl 1):S80–S91 DOI 10.1007/s11367-008-0056-2
- Cinclair R.J. 2009. Greenhouse gas footprinting and berryfruit production: A Review. Landcare Research Contract Report LC0910/007
- Cleveland, A., Hallström, E., Gee, Q., Donnelly, N., & Scarborough, P. 2014. The potential for reducing greenhouse gas emissions from health care via diet change in the U.S. 9<sup>th</sup> International Conference LCA of Food San Francisco, USA 8-10 October 2014. Saatavilla: <http://lcafood2014.org/papers/260.pdf> (26.02.2015)
- Cornelis, CM. 2015. Toward systems epidemiology of coffee and health. *Curr Opin Lipidol*. 26(1):20-9
- Drewnowski A, Rehm CD, Martin A, Verger EO, Voinnesson M, Imbert P. 2015. Energy and nutrient density of foods in relation to their carbon footprint. *Am J Clin Nutr*. 2015 Jan;101(1):184-91
- Flysjö, A., Henriksson, M., Cederberg, C., Ledgard, S. and Englund J-E 2011, The impact of various parameters on the carbon footprint of milk production in New Zealand and Sweden. *Agricultural systems* 104 (2011) 459–469.
- Hasunen, K., Kalavainen, M., Keinonen, H., Lagsröm, H., Lyytikäinen, A., Nurttila, A., Peltola, T. & Talvia, S. 2004. Lapsi, perhe ja ruoka. Imeväis- ja leikki-ikäisten lasten, odottavien ja imettävien äitien ravitsemus-suositus. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2004: 11.
- Helldán, A., raulio, S., Kosola, M., Tapanainen, H., Ovaskainen, M.-L. & Virtanen, S. 2013. Finravinto 2012-tutkimus. THL Raportti 16/2013
- Hoppu, U., Kujala, J., Lehtisalo, J., Tapanainen, H. & Pietinen, P. (toim.) 2008. Yläkoululaisten ravitsemus ja hyvinvointi. Lähtötilanne lukuvuonna 2007-2008 toteutetun interventiotutkimuksen tulokset. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B 30/2008.
- Katz, DL., Meller, S. 2014 Can we say what diet is best for health? *Annu Rev Public Health*. 2014;35:83-103. doi: 10.1146/annurev-publhealth-032013-182351.
- Kotimaiset Kasvikset ry. 2008. Kasvistase 2008. Kotimaiset Kasvikset ry:n arvio kasvien kulutuksesta.
- Kyttälä, P., Ovaskainen, M., Kronberg-Kippilä, C., Erkkola, M., Tapanainen, H., Tuokkola, J., Veijola, R., Simell, O., Knip, M. & Virtanen, S. M. 2008. Lapsen ruokavalio ennen kouluikää. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B 32/2008.
- Lagerberg Fogelber, C. 2008. På väg mot miljönpassade kostråd. Livsmedelsverkets rapport 9 – 2008
- Ledgard, S., Liewering, M., Coup, D. and O'Brien B. 2011, Carbon footprinting of New Zealand lamb from the perspective of an exporting nation. *Animal Frontiers* July 2011, Vol. 1, No. 1
- Leenders, M., Boshuizen, H.C., Ferrari, P., et al. 2014. Fruit and vegetable intake and cause-specific mortality in the EPIC study. *Eur J Epidemiol* 29:639-652.
- Macdiarmid, J., Kyle, J., Horgan, G., Loe, J., Fyfe, J., Johnstone, A. and McNeill, G. 2011. Livewell: a balance of healthy and sustainable food choices. WWF Report January 2011
- McMichael, A., Powles, J. and Uaio, R. 2007. Food, livestock production, energy, climate change, and health. *Lancet* 370: 1253–63
- Nemecek, T., Weiler, K., Plassmann, K. and J. Schnetzer 2011. Geographical extrapolation of environmental impact of crops by the MEXALCA method. Unilever-ART project no. CH-2009-0362 “Carbon and Water Data for Bio-based Ingredients”: final report of phase 2: Application of the Method and Results. Agroscope ART
- Oyebode, O., Gordon-Dseagu, V., Walker, A. and Mindell, J.S. 2014. Fruit and vegetable consumption and all-cause, cancer and CVD mortality: analysis of Health survey for England data. *J Epidemiol Community Health* 68(9):856-62
- Petersen KE, Johnsen NF, Olsen A, Albiéri V, Olsen LK, Dragsted LO, Overvad K, Tjønneland A, Egeberg R. The combined impact of adherence to five lifestyle factors on all-cause, cancer and cardiovascular mortality: a prospective cohort study among Danish men and women. *Br J Nutr*. 2015 Feb 18:1-10. doi:10.1017/S0007114515000070
- Ravintotase 2012. Saatavilla <http://www.maataloustilastot.fi/ravintotase>
- Ravintotase 2013. Saatavilla <http://www.maataloustilastot.fi/ravintotase>

- Riista- ja kalatalouden tutkimuskeskus 2013. Kalan kulutus. Saatavilla  
[http://www.rkti.fi/tilastot/aihealueet/kalan\\_kulutus/](http://www.rkti.fi/tilastot/aihealueet/kalan_kulutus/)
- Roininen, K. ja Morkkila, M. 2007 Selvitys marjojen ja marjasivuvirtojen hyödyntämispotentiaalista Suomessa. VTT 36 s.
- Räsänen, K., Saarinen, M., Kurppa, S., Silvenius, F., Riipi, I., Nousiainen, R., Erälinna, L., Mattinen, L., Jaakkola, S., Lento, S. ja Mäkinen-Hankamäki S. 2014. Lähiruuan ekologisten vaikutusten selvitys. MTT Raportti 145
- Saarinen, M., Kurppa, S., Nissinen, A. ja Mäkelä, J. (toim.) 2011. Aterioiden ja asumisen valinnat kulutuksen ympäristövaikutusten ytimessä. ConsEnv-hankkeen loppuraportti. Suomen Ympäristö 14/2011. Ympäristöministeriö.
- Saarinen, M., Sinkko, T., Joensuu, K., Silvenius, F. ja Ratilainen, A. 2014. Ravitseminen ja maaperävaikutukset ruuan elinkaariarvioinnissa: SustFoodChoice-hankkeen loppuraportti. 97 s. MTT Raportti 146. Saatavilla <http://jukuri.mtt.fi/handle/10024/482916>.
- Sääksjärvi K. ja Reinivuo H. 2004. Ruokamittoja. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B 15/2004.
- Tike 2013. Marjanviljely avomaalla/ kokonaistuotanto 1984 - 2012. Saatavilla:  
<http://www.maataloustilastot.fi/puutarhatilastot> (15.07.2014).
- Tilman, D. and Michael Clark. 2014. Global diets link environmental sustainability and human health. Nature 515: 518-522
- Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014. Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014.
- Wallman, M., Cederberg, C. and Sonesson U. 2011. Life Cycle Assessment of Swedish Lamb Production. SIK rapport Nr 831
- Wu, H., Flint, A.J., Qi, Q., van Dam, R.M., Sampson, L.A., Rimm, E.B., Holmes, M.D., Willett, W.C., Hu, F.B. and Sun, Q. 2015. Association Between Dietary Whole Grain Intake and Risk of Mortality: Two Large Prospective Studies in US Men and Women. JAMA Intern Med. 2015 Jan 5. doi: 10.1001/jamainternmed.2014.6283
- Zhao, Y., Wu, W., Zheng, J., Zuo, R. and Li, D. 2014. Association of coffee drinking with all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis. Public Health Nutr. 4:1–13

## 6. Vähähiilisen maaseudun tulevaisuus vuoteen 2030

Vilja Varho ja Maija Järvinen

### 6.1. Työpakettin tavoitteet ja lähestymistapa

Tässä luvussa on tarkasteltu vähähiilisen maaseudun tulevaisuutta tästä hetkestä vuoteen 2030. Pääpaino tarkastelussa on maaseudussa kokonaisuutena, ja sen osina käsitellään maataloutta ja ruuantuotantoa, mutta myös muun muassa asumista, väestön määrän muutosta ja ikääntymistä, työllisyyttä ja yritystoimintaa maaseudulla. Tarkastelussa on tunnistettu erilaisia muutostekijöitä ja kuvattu niistä seuraavia mahdollisia kehityssuuntia, sekä tarkasteltu kuvattun kehityksen vaikutuksia maaseudun hiilipäästöihin.

Seuraavassa on kuvattu käytettyjä menetelmiä, sekä tällä hetkellä maaseudun kehitykseen vaikuttavia suurimpia tekijöitä. Luvussa 6.3 esitellään tulosten esitystapa ja kooste tuloksista. Luvuissa 6.4–6.8. tarkastellaan yksityiskohtaisemmin eri muutostekijöiden vaikutuksia ja lopuksi luvussa 6.9 erilaisia vähähiilisyttä tukevia innovaatioita.

#### 6.1.1. Menetelmät

Tässä osiossa on tarkasteltu erilaisia maaseutuun vaikuttavia tulevaisuuden kehityssuuntia, ja niiden merkitystä maaseudun hiilidioksidipäästöjen kehitykselle. Tulevaisuuden kehityssuuntien lisäksi on tarkasteltu skenaarioiden 1 ja 3 toteutumisen mahdollisia vaikutuksia.

Käsiteltävät muutostekijät valittiin kirjallisuuskatsauksen perusteella. Erilaisia muutostekijöitä otettiin tarkasteluun yhteensä 33 (mukaan lukien skenaariot 1 ja 3) ja ne jaettiin PESTE -viitekehityksen mukaisesti poliittisiin, taloudellisiin, yhteiskunnallisiin, teknologisiin ja ympäristöön liittyviin. Jokaiselle muutostekijälle laadittiin tiiviit kehityskuvaukset, jotka kertovat tämänhetkisestä tilanteesta ja mahdollisesta tulevaisuuden suunnasta. Kuvaukset perustuvat kirjallisuuteen (ks. viiteluettelo) ja Luke:n sisäisten maatalouden, energian, liikenteen sekä yrittäjyyden asiantuntijoiden näkemyksiin ja kommentteihin.

Kehityskuvausten pohjalta hahmoteltiin vaikutuksia maaseudun kasvihuonepäästöihin neljän muutostekijän kautta. Näitä olivat energian käyttö, uusiutuvan energian tuotanto, maaseutuasuminen ja liikenne. Nämä heijastelut tehtiin tutkimusryhmässä ja ne ovat asiantuntijoiden näkemyksiä tulevan kehityksen vaikutuksesta maaseudun hiilidioksidipäästöihin. Tarkastelun aikaväli ulottuu vuoteen 2030.

Muutostekijät ja niiden vaikutussuunnat maaseudun vähähiilisyyteen löytyvät koontitaulukosta (taulukko 13). Muutostekijät vaikutuksineen on esitetty tarkemmin omissa taulukoissaan luvuissa 6.4.–6.8. Kunkin luvun alussa on taustoitettu teemaa ja tulokset on esitetty yksityiskohtaisesti taulukoissa.

#### 6.1.2. Tiiviin kuvaustavan mukanaan tuomat haasteet

Työssä on pyritty muodostamaan laaja kokonaiskuva erilaisten muutostekijöiden vaikutuksesta maaseudun hiilidioksidipäästöihin. Koska käsiteltäviä muutostekijöitä on paljon, ei niiden mukanaan tuomia erilaisia mahdollisia kehityssuuntia ole pystytty käsittelemään, vaan tarkastelun kohteeksi on valittu yksi asiantuntijanäkemyksen perusteella todennäköinen kehityssuunta. Kehitystä kuvattaessa ei ole myöskään aina kyetty tuomaan esiin eroja erilaisten maaseutujen välillä, vaikka monet muutostekijät vaikuttavat eri tavalla harvaan asutulla maaseudulla kuin ydin- tai kaupunkien läheisellä maaseudulla. Päästövähennyspotentiaalia pohtiessa onkin pyritty miettimään, mikä on muutoksen suunta ja suuruusluokka kun tarkastellaan maaseutua kokonaisuutena.

Monet taulukoissa esiin nostetut muutostekijät liittyvät toisiinsa, ja muutokset yhdessä kehityssuunnassa vaikuttavat todennäköisesti myös muihin muutostekijöihin. Toisaalta suurin osa valituista muutostekijöistä on ainoastaan suurempien megatrendien ja muutosvoimien osatekijöitä ja ilmentymiä. Näiden suurten tekijöiden kehityssuunnat tulevat vaikuttamaan vahvasti myös maaseudun kehitykseen. Niitä ja niiden mahdollisia vaikutuksia on pyritty lyhyesti avaamaan seuraavassa osiossa.

## 6.2. Megatrendit

### 6.2.1. Talous ja teknologia

Muutostekijöiden taustalla vaikuttavat suuret linjat ja megatrendit. Niillä on vaikutusta kokonaisvaltaisesti sekä poliittisesti että taloudellisesti moniin vähähiilisyysvaikutaviin tekijöihin. Eräs tällainen suuri vaikuttava tekijä on globaali talouskehitys. Tällä hetkellä elämme hitaan talouskasvun, länsimaissa jopa taantumaa aikaa ja tulevaisuudennäkymät vaikuttavat monilla aloilla epävarmoilta. Toisaalta monet kehittyvät maat jatkavat voimakkaan kasvun tiellä ja kuluttavat paljon energiaa ja raaka-aineita, vaikuttaen samalla niiden hintakehitykseen. Taloustilanteen jatkuva epävarmuus voi vaikuttaa myös teknologian kehitykseen ja uusiutuvaan energiaan tehtäviin investointeihin. Toisaalta fossiilisten energialähteiden korvaaminen on välttämätöntä tulevaisuudessa, ja moni yritys panostaa uusien teknologioiden ja polttoaineiden kehittämiseen. Mikäli Suomen ja laajemmin länsimaiden talous kääntyy kasvuun, voidaan olettaa investointien lisääntyvän ja kehityksen nopeutuvan nykyisestä. Tämän hetken markkinoilla tunnelma on kuitenkin osin odottava; esimerkiksi liikenteen uusien energiaratkaisuiden osalta ei ole vielä selvillä, mikä teknologia tai polttoaine tulee saavuttamaan parhaimman jakeluverkon ja sitä kautta vakiintumaan. Vallitseva epävarmuus vähentää halua tehdä suuria investointeja.

Teknologinen kehitys kulkee pitkälti käsi kädessä taloudellisen tilanteen ja investointien volyymin kanssa. Mikäli teknologia kehittyy nopealla tahdilla, lisäen uusiutuvan energian tuottamisen energiatehokkuutta ja pudottaen hintaa, voidaan olettaa uusiutuvien energialähteiden käytön nopeaa lisääntymistä. Teknologisella kehityksellä on mahdollista tehostaa energiantuotantoa siten, että tehokkuuskuilu fossiilisten ja uusiutuvien energialähteiden välillä kapenee. Heikon talouskasvun tai taantumaa aikana teknologian kehitys saattaa jäädä maltilliseksi. Taloudellisen tilanteen parantuessakin investointien vaikutukset näkyvät viiveellä, pidemmällä aikavälillä. Toisaalta myös täysin uudenlaiset teknologiset ratkaisut ovat mahdollisia. Esim. internetin vaikutukset nykymaailmaan ovat olleen merkittäviä ja kiistattomia, ja uudet yhtä laajat innovaatiot saattavat vaikuttaa tulevaisuuden kehitykseen hyvinkin yllättävillä tavoilla.

Yleisesti ottaen niukkuus ajaa investointeihin. Fossiilista energiaa on kuitenkin toistaiseksi ollut hyvin saatavilla, ja jatkossakin energian hintaan vaikuttava ilmasto- ja muu politiikka saattaa olla merkittävämpi ajuri kuin fossiilisen energian saatavuus sinänsä. Energian saatavuuteen vaikuttaa myös epävarmuutta lisäävä geopoliittinen tilanne, kuten Ukrainan ja Venäjän kriisi, erilaisten ääriilikkeiden globaali kasvu ja lukkiutuneet konfliktit Lähi-idässä. Kriisit eri puolilla maailmaa osoittavat, ettei minkään maan energiantuotantoa voi pitää itsestäänselvyytenä. Näin ollen paitsi luonnonvarojen niukkuuden, myös talouden vakauden nimissä on löydettävä vaihtoehtoja ehtyviin luonnonvaroihin perustuville energialähteille.

### 6.2.2. Väestönkasvu ja ympäristön kuormittuminen

Globaali väestönkasvu on voimakasta ja vuoteen 2030 väestö lisääntynee ainakin miljardilla ihmisellä nykyisestä. Tämä tulee lisäämään paineita ja kuormitusta ekosysteemeille ja taloudelle, esim. raaka-aineiden, ruoan ja veden kysynnän lisääntyessä. Kotimaisen tuotannon merkitys voi näin kasvaa, varsinkin mikäli vaikutus ulottuu tuontiin ja kuluttajien asenteisiin eri tuotteiden tuotannosta. Selkeä muutos on tapahtumassa maailmanlaajuisessa väestönrakenteessa, kun keski-ikä teollisuusmaissa nousee samalla kun kehitysmaiden kasvava väestö on yleensä keski-ikänsä hyvin nuorta. Tämä on jo johtanut laaja-alaiseen työttömyyteen monissa kehitysmaissa, mikä on omiaan lisäämään globaaleja turvallisuushuolia. Lisäksi väestörakenne lisää entisestään globaalia muuttoliikettä, jolla on vaikutuksia jossain määrin myös Suomessa. Suomen väestöennuste vuodelle 2030 on yli 5,8 miljoonaa, yli 65-vuotiaiden osuuden noustessa yli neljännekseen koko väestöstä.

Ympäristön kuormittuminen on monimuotoista ja ihmisen toimeentulon kannalta hyvin uhkaavaa. Tässä raportissa tarkastellaan erityisesti ilmastonmuutosta, vaikka esim. luonnon monimuotoisuuden vähentyminen ja fosforivarojen ehtyminen ovat valtavia haasteita globaalille kehitykselle.

Ilmastopolitiikka lienee voimakkaimmin Suomen maaseudunkin vähähiilisyttä edistävä asia. Ilmastonmuutoksen torjunta vaikuttaa monin tavoin esim. rakennusmääräyksiin, energiatehokkuuden tavoitteeseen, viljelymenetelmiin ja liikenteeseen. Ilmastonmuutoksella saattaa olla vaikutuksia myös kulutustottuu-

muksiin ihmisten tietoisuuden lisääntyessä. Tukena kuitenkin käytetään poliittisia toimia muun muassa verotuksen, lupakäytäntöjen ja tiedonjaon muodossa. Kuluttajat tarvitsevat tietoa erilaisista vaihtoehdoista voidakseen tehdä vastuullisia päätöksiä ja osatakseen arvioida eri vaihtoehtojen vaikutuksia.

Euroopan unionissa ilmastopoliittikan keskeisenä osana ovat vuoden 2020 vähennystavoitteet. Tavoitteena on, että vuoteen 2020 mennessä uusiutuvat energialähteet kattavat 20 prosenttia energiankulutuksesta, energiatehokkuutta lisätään 20 prosenttia ja kasvihuonepäästöjä vähennetään 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta. EU:n ilmastotavoitteita uusittiin lokakuussa 2014, niin että jatkossa keskitytään yhteen pää-tavoitteeseen: kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen 40 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta. Jatkossa uusiutuvan energian lisäämisen (sitova 27 %) ja energiatehokkuuden parantamisen (ohjeellinen 27 %) tavoitteet ovat EU:n laajuisia, ei suoraan jäsenmaita sitovia. Liikenteen polttoaineissa tavoitellaan 10 prosentin uusiutuvien energialähteiden osuutta koko EU:n laajuisesti – Suomessa kansallisen tason tavoite on 20 prosenttia.

### 6.2.3. EU:n maatalouspolitiikka

Vuonna 2013 on toteutettu EU:n maatalouspolitiikan uudistus, jonka tavoitteena on parantaa maatalousalan kilpailukykyä, edistää kestäväää viljelyä ja innovointia sekä tukea maaseutualueiden työllisyyttä ja talouskasvua. Nykyiset päätökset säätelevät EU:n yhteistä maatalouspolitiikkaa vuoteen 2020 saakka. Uudistuksen myötä suorasta tulostuesta kohdennetaan jatkossa 30 prosenttia maataloustukien viherryttämiseen, mikä käytännössä edellyttää maataloilta monipuolista viljelyä, vähintään viiden prosentin ekologista alaa ja nurmien säilyttämistä. Tällä ei kuitenkaan ole suurta vaikutusta Suomen maatalouteen, sillä käytössä ollut ympäristötukiohjelma on jo varsin kattava ja sen ylittäviltä osin Suomi on saanut neuvoteltua muutamia poikkeuksia viherryttämisen ehtoihin pohjoisen sijaintinsa vuoksi.

Kaikkiin julkisiin menoihin suhteutettuna maatalouspolitiikan osuus on EU:ssa noin prosentti. Vuonna 2014 tämä tarkoitti 58 miljardia euroa, ja EU:n omassa talousarviossa noin 40 prosentin osuutta. Maatalouspolitiikan osuus EU:n talousarviosta on pienentynyt huomattavasti 30 vuodessa, vaikka viljelijöiden määrä on kasvanut yli kaksinkertaiseksi. Seuraavalla ohjelmakaudella on laskennallisesti odotettavissa noin 3 prosentin lasku Suomessa saataviin maataloustukiin edelliseen ohjelmakauteen verrattuna, joten vaikutus ei tarkastelumme aikavälillä ole erityisen merkittävä.

Viljanviljelyn kokonaisalan odotetaan tulevaisuudessa hieman vähenevän ja maidontuotannon laskun hidastuvan. Samalla jatkuu selkeä trendi kotieläintilojen määrän laskiessa ja tilakoon kasvaessa niin lihan kuin maidonkin tuotannossa. Alkutuotannon rakennekehitystä on tarkasteltu luvussa 2.

Maatalouteen vaikuttavat myös esimerkiksi energiakasveille myönnettävät tuet. Tukihehtaarien enimmäismääräksi on määritelty Euroopan unionin alueella kaksi miljoonaa hehtaaria, jolloin enimmäishehtaarimäärän ylittyessä tuen määrää leikataan vastaavasti. Tuki on kannustanut energiakasvien viljelyyn tavoitteiden mukaisesti, sillä rajapyykki ylitettiin jo vuonna 2007.



### 6.3. Muutostekijöiden vaikutukset

Taulukossa 13 on kuvattu maaseudun CO<sub>2</sub>-päästöihin vaikuttavia muutostekijöitä ja päästöjen kehitystrendejä vuoteen 2030. Taulukkoon on listattu tunnistetut muutostekijät, sekä kuvattu niiden vaikutukset maaseudun vähähiilisyteen. Tarkemmat kuvaukset eri muutostekijöiden tulevaisuuden kehityksestä sekä niiden vaikutuksista löytyvät seuraavista luvuista, jotka käsittelevät erikseen politiikan, talouden, yhteiskunnan ja kulttuurin, teknologian ja ympäristön muutostekijöitä. Lisäksi pohditaan myös kahden tässä raportissa aiemmin esitellyn skenaarion mahdollisia vaikutuksia.

Kuvassa 9 on selitetty taulukoissa käytetyt värikoodit. Ne kuvaavat maaseudun hiilipäästöjen tulevaisuuden kehityssuuntaa ja suuruusluokkaa. Punertavat värit osoittavat hiilipäästöjen kasvun riskejä ja vihreät hiilipäästöjen vähentämisen potentiaalia. Vaikka värikoodeja on pyritty käyttämään siten, että vaaleammat värit kuvaavat pienempää, ja tummemmat sävyt suurempaa potentiaalista vaikutusta, eri muutostekijöiden vaikutukset eivät ole keskenään suoraan verrannollisia tai yhteenlaskettavissa toisiinsa kokonaisvaihtelun selvittämiseksi. Pikemminkin samat tulevaisuuden kehityssuunnat vaikuttavat monen muutostekijän kohdalla ja kohdemuuttujien vaikutusten välillä on nähtävissä paljon päällekkäisyyttä. Taulukon valkoisissa kohdissa on päädytty siihen, ettei muutostekijä ole kohdemuuttujan kannalta relevantti.

Päästöt vähenevät merkittävästi (--)	Päästöt vähenevät jonkin verran (-)	Päästöt vähenevät hieman (-)	Päästöt pysyvät ennallaan 0	Päästöt kasvavat hieman (+)	Päästöt kasvavat jonkin verran (++)	Päästöt kasvavat merkittävästi (+++)
---	--	---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--	---

**Kuva 9.** Päästömuutoksia kuvaavat värikoodit

Seuraavalla sivulla olevan taulukon 13 avulla on mahdollista hahmottaa kokonaiskuva erilaisten muutostekijöiden vaikutuksista ja tärkeimmistä edistettävistä asioista. Tähän ensimmäiseen taulukkoon on kerätty kaikki käsitellyt muutostekijät ja niiden vaikutukset kohdemuuttujiin: sähkön ja lämmön käyttöön, uusiutuvaan energiaan, asumiseen ja liikenteeseen maaseudulla. Kuten taulukosta 13 voi nähdä, kaikkiin kohdemuuttujiin liittyy myös riskitekijöitä, ja liikenne vaikuttaa selkeästi muita vaikeammalta sektorilta päästövähennysten näkökulmasta.

**Taulukko 13.** Maaseudun CO<sub>2</sub>-päästöihin vaikuttavia muutostekijöitä ja kehitystrendejä vuoteen 2030

MUUTOSTEKIJÄT		Vaikutukset kohdemuuttujiin			
		Sähkö ja lämpö	Uus. energia	Asuminen	Liikenne
<b>POLITIIKKA JA OHJAUS</b>					
	Energiapolitiikka				
	Liikennepolitiikka				
	Kaavoituspolitiikka				
	Jätepolitiikka				
	Muu rakentamisen ohjaus				
<b>TALOUS</b>					
	Elinkeinorakenne maaseudulla				
	Kaivosteollisuus				
	Metsäteollisuus ja metsien hyödyntäminen				
	Työllisyys / työpaikat				
	Etätyö				
	Pendelöinti				
	Energian saatavuus ja hinta				
	Logistiikka ja rahti				
<b>YHTEISKUNTA JA KULTTUURI</b>					
	Väestönkehitys				
	Ikääntyminen				
	Aluekehitys				
	Maaseudun palvelurakenne				
	Kulkumuotojakauma				
Asenteet:	Päätäjien asenteet				
	Kaupunkilaisten asenteet				
	Maaseutuväestön asenteet				
	Kuluttajien asenteet				
Asumisen muodot:	Asumisväljyys				
	Vapaa-ajan asuminen				
<b>TEKNOLOGIA</b>					
	Energiatehokkuus				
	Energiateknologiat				
	Infrastruktuuri				
	Liikenteen teknologiat				
	Biopolttoaineet				
	Uudet käyttövoimat liikenteessä ja työkoneis- sa				
<b>YMPÄRISTÖ</b>					
	Ilmastonmuutoksen vaikutukset				
<b>SKENAARIO 1</b>					
	Maatilat energian tuottajina				
<b>SKENAARIO 3</b>					
	Lihan tuotannon vähentyminen Suomessa				

## 6.4. Poliitiikka

Tulevaisuustaulukossa (taulukko 14) pääpaino on kansallisilla poliittisilla päätöksillä. Suomen kansalliseen politiikkaan vaikuttavat kuitenkin vahvasti EU:n poliittiset linjaukset. Vähähiilisyiden näkökulmasta EU:n energiapolitiikka ja päästöjen vähentämistavoitteet ovat suuressa roolissa. Uusiutuvan energian käytön on ennustettu vahvasti kasvavan muun muassa siksi, että sen käytön selkeä lisääminen on ollut yksi EU:n energiapolitiikan kansallisellekin tasolle jyvitetystä tavoitteista. Tällä hetkellä kuitenkin näyttää siltä, että uusiutuvan energian lisäämistavoitteita ei tulla jyvittämään kansalliselle tasolle vuosiksi 2020–2030, vaan tavoite 27 prosentin uusiutuvan energian osuudesta on koko Euroopan unionin yhteinen. Vuoteen 2020 tavoite on 20 prosenttia.

Kokonaistavoitteena Euroopan unionissa on 40 prosentin päästövähennys vuoden 1990 tasolta vuoteen 2030 mennessä. Tämä tullaan jyvittämään jäsenvaltioille, joskin jyvityksen periaatteena tullaan tämänhetkisten tietojen mukaan käyttämään vaihtoehtokustannuksia eri maissa. Suomen tapauksessa päästövähennystavoite tulee siis todennäköisesti olemaan huomattavasti 40 prosentin yleistavoitetta alhaisempi.

Suomen kannalta on olennaista yhteinen halu vähentää myös liikenteen päästöjä Euroopassa muiden päästöjen ohella. Pitkien etäisyyksien maana Suomessa on ollut vaikea vähentää liikennesuoritteita. Siksi vähemmän ilmastoa kuormittavien vaihtoehtojen löytyminen on välttämätöntä ja tähän kehitystyöhön tarvitaan tueksi myös muita maita.

Suomen sisäisellä politiikalla on suuri merkitys erilaisten uusiutuvaa energiaa hyödyntävien ratkaisujen yleistymisen kannalta. Muun muassa aurinkopaneelien osalta tilanne on hankala, sillä tämänhetkinen verotusmalli ei kannusta suurien paneelien hankintaan tai energian tuottamiseen sähköverkkoon. Lisäksi uusiutuvaan energiaan liittyvät lupajärjestelmät ovat epäyhtenäisiä, mikä on johtanut vaihteleviin käytäntöihin eri puolilla Suomea. Osa politiikan ja energiasektorin toimijoista suhtautuu uusiutuvan energian edistämiseen varsinkin taloudellisin keinoin hyvin epäilevästi. Energian pientuotanto muuttaisi yleistyessään luonnollisesti myös energiasektorin valtarakenteita.

Taulukko 14. Poliitiikan vaikutukset maaseudun vähähiilisyteen

MUUTOSTEKIJÄT	Vaikutukset kohdemuuttujiin			
	Sähkö ja lämpö	Uusiutuva energia	Asuminen	Liikenne
<b>POLITIikka JA OHJAUS</b>				
<b>ENERGIAPOLITIikka</b> Tällä hetkellä puun käyttö energianlähtenä ei ole kannattavaa. Syinä tähän ovat mm. alhainen kivihiilen hinta ja alentuneet energiapuun ja turpeen tuet. Fossiilisen energian hinnan noustessa uusiutuvan energian kysynnän voidaan kuitenkin olettaa kasvavan. Fossiilisen energian verotuksen kiristäminen on vaikeaa, kun halutaan turvata energiantensiivisen teollisuuden kilpailukyky. Ydinvoimaan panostaminen vähähiilisenä energiantuotantovoimana saattaa hidastaa uusiutuvaan energiaan tehtäviä panostuksia. Kuitenkin esimerkiksi tuulivoiman määrä on selvässä kasvussa. Uusiutuvan ylijäämäenergian myyminen tai suurien aurinkopaneelien hankkiminen ei tällä hetkellä ole pienimuotoisena kannattavaa, koska se asettaa myös omaan käyttöön tuotetun energian energiaveron alaiseksi. Verotuksen muutos erityisesti uusiutuvan energian kohdalla voisi lisätä esim. energiaverkkoon liitetyjä yksityisiä aurinkopaneeleita ja kannustaa yleisesti oman energian tuottamiseen. Toisena haasteena pienenergiantuotannossa on energiayhtiöiden määräysvalta ostohinnasta.	Energian hinta ohjaa energiatehokkaampiin ratkaisuihin. Energiatohokkuuden lisääminen ei kuitenkaan yleensä pitkällä aikavälillä vähennä kulutusta. <b>(0)</b>	Energiapolitiikalla voidaan huomattavasti vauhdittaa uusiutuvan energian tuotantoa, sekä esim. helpottamalla lupaprosesseja että lisäämällä kannattavuutta tukitoimin, verojärjestelyin ym. <b>(--)</b>	Asuntorakentamisessa valittuun energiaratkaisuun vaikuttaa esim. energian hinta ja mahdollisuus myydä itse tuotettua energiaa ulkopuolisille. <b>(-)</b>	Biomassan käytön lisääntyminen energiankäytössä johtaa kuljetustarpeiden lisääntymiseen. Kuitenkin ilmastopoliittikan myötä kivihiilen ja turpeen kuljetukset voivat vähentyä. <b>(+)</b>
<b>LIIKENNEPOLITIikka</b> Biomassojen kasvavan hyödyntämisen myötä kuljetustarpeet lisääntyvät. Maaseudun kuljetusten kannalta tärkeiden sorateiden kunnostaminen vaatisi noin 15 milj. euron vuosittaista lisärahoitusta. Yksitysteiden ylläpidolle ja kunnostamiselle ohjatut määrärahat ovat kuitenkin laskeneet, samoin kuin kuntien tukimahdollisuudet. Maaseudulla julkinen liikenne on lähinnä pääteiden pitkänmatkan bussien varassa, lisäksi on kutsuohjautuvaa asiointiliikennettä ja palvelulinjoja. Yksityisen liikkumisen järjeittäminen maaseudulla vaatisi kimpakyyti- ja taksipalveluiden, naapuriavun ja kutsujoukko-liikenteen kehittämistä ja niiden yhdistämistä tavaraliikenteeseen. Autoilun verotuksen painopisteen mahdollinen siirtäminen käytön verotukseen voi lisätä verorasitusta alueilla, joissa välimatkat ovat pitkät ja henkilöautolle on vähän vaihtoehtoja. Autoilun verotuksella pyritään ohjaamaan autovalintoja vähäpäästöisempään suuntaan. Biopolttoaineiden osuutta ja kotimaisen tuotannon osuutta pyritään todennäköisesti kasvattamaan lähivuosisikymmeninä.	Sähköautojen yleistymisen lisää sähkökäyttöä maaseudulla. Päästövaikutus riippuu sähkön tuotantotavasta. <b>(0)</b>	Uusiutuvien polttoaineiden kysyntä kasvaa kiintiöiden myötä ja sitä mukaa kun fossiilisten polttoaineiden käyttö kallistuu. Biopolttoaineiden tuotanto voi lisätä energiakasvien tuotantoa ja biokaasun tuotannon kannattavuutta. <b>(-)</b>	Auton käytön verottaminen voi kiihdyttää haja-asutusalueiden autioitumista, mikäli verotusta ei porrasteta järkevästi. Tiheämpi asutus on oletettavasti tehokkaampaa. <b>(0)</b>	Autojen energiatehokkuus kasvaa. Biopolttoaineilla on huomattava potentiaali vähentää liikenteen khk-päästöjä, todellinen vähennys riippuu mm. tuotannon energiatehokkuudesta. Niiden käyttöä voidaan tukea poliittisin ratkaisuin. Biomassan käytön lisääntyminen johtanee kuljetusten lisääntymiseen. <b>(--)</b>
<b>KAARVOITUSPOLITIikka</b> Tarkastelun aikavälillä rakentaminen tulee sijoittumaan pääkaupunkiseudulle ja suuriin keskuksiin. Kuitenkin pendelöinnin kasvu, etätyön lisääntyminen ja työmatkojen pidentyminen voivat pidemmällä aikavälillä johtaa myös asuntokysynnän siirtymiseen muualle Suomeen, sillä monella on toive väljemmästä asumisesta. Koska maaseutuasumisessa kiehtoo juuri oma rauha, pidetään tärkeänä, että väljempi rakentaminen sallitaan eheyttämispoliittikasta huolimatta, maaseudun muuttotappioiden hidastamiseksi. Kaupan ja muiden palveluiden sijoittaminen siten, että asiointimatkat pysyvät kohtuullisina ja niitä voidaan tehdä myös muuten kuin henkilöautolla, hillitsisi liikenteen kasvua. Tulevaisuudessa asuntorakentaminen tulee hitaasti kasvamaan ja sekä kaupallinen että teollinen rakentaminen kääntymään hitaaseen laskuun. Maaseudulla tarvitaan lisää yhteisöasumista ja vuokra-asumista erilaisten asumistarpeiden tyydyttä-	Suoran energiankulutuksen kannalta maaseudulla CO <sub>2</sub> -päästöt voivat olla alemmat kuin kaupungeissa mm. puun energiakäytön takia. Kokonaispäästöt taas riippuvat ennen kaikkea tulo-tasosta, joka on usein alempi maaseudulla. <b>(0)</b>	Maaseudun harvetessa lähienergian tuotanto laajemmin kuin kiinteistökohtaisesti on kallista kuljetuskustannusten vuoksi. Todennäköisin sijainti mikrotasoa suuremmalle laitokselle, kuten bio-kaasu- tai hakevoimalalle, on keskustan lähellä. <b>(0)</b>	Aluerakenne tiivistyy, mutta yhdyskuntarakenne voi hajaantua, koska pyritään asumaan väljemmin. Maaseudulla on tarvetta myös tiiviimmälle rakentamiselle ja yhteisöasumiselle. Tarkastelun aikavälillä rakentaminen keskittyy suuriin keskuksiin, uudisrakennusten myötä energiankulutus laskee. <b>(-)</b>	Asumisen tiivistyessä asiointimatkat lyhenevät, mutta kasvavat lukumääräisesti. Tiiviimpi asuinrakenne vähentää liikenteen päästöjä. Kaupunkien läheisellä maaseudulla rakenne yleensä suosii yksityisautoilua. <b>(0)</b>

miseksi (esim. ikääntyvät). Ilmastonmuutokseen sopeutuminen edellyttää mm. lisääntyvien tulvien ottamista huomioon kaavoituksessa.				
<b>JÄTEPOLITIIKKA</b> Jätteiden poltto on lisääntymässä ja suuret jätteidenpolttolaitokset yleistyvät myös tulevaisuudessa. Haja-asutuksen jätevesiasetuksen vaatimukset aiheuttavat jätevesiremonttitarpeita. Jotta jätevesiviemäriastian ja lannan hyödyntäminen energiaksi olisi pienissä yksiköissä mahdollista, tulisi pienten laitosten perustaminen olla nykyistä helpompaa ja edullisempaa. Pitkät kuljetukset syövät hyödyt kustannusten osalta, joten jätteiden hyödyntäminen on todennäköistä vain kohtuullisen tiiviissä biomassakeskittymissä tai silloin, kun kunnan jätevedet kerätään keskitetysti kunnan viemäriin. Kannattavuutta lisää, jos prosessissa syntyvä lämpö pystytään hyödyntämään esim. kasvihuoneissa. Kierrätyksen tehokas järjestäminen on vaikeaa maaseudulla pitkien etäisyyksien vuoksi.		Jätteen energiankäyttö lisääntyy. Polttolaitokset yleistyvät etenkin suurissa keskittymissä. Biokaasua tuotetaan pienemmässä mittakaavassa kasvihuoneiden ja tilojen yhteydessä, jolloin syntyvä lämpö voidaan hyödyntää. (- -)	Jätevesiasetuksen vaatimukset voivat nostaa maaseudulla asumisen kustannuksia. (0)	Biomassan ja jätteiden kuljetukset saattavat lisääntyä. (+)
<b>MUU RAKENTAMISEN OHJAUS</b> Maaseudun elinvoimaisuuden tukemiseksi yhteiskunta pyrkii tukemaan nopeiden tietoliikenneyhteyksien rakentamista. Talonrakennus tulee jatkuvasti muuttamaan energiatehokkaampaan suuntaan ja rakennusmääräykset kiristymään. Tulviin varautuminen lisääntyy. Hajautettua energiantuotantoa voidaan tukea esim. investointi- ja valistuksen ja tiedottamisen kautta. Puun pienpolton hiukkaspäästöjä pyritään vähentämään mm. tiedotuksen ja laitteistoihin liittyvien rajoitusten avulla, mutta pienpoltto tuskin tulee merkittävästi vähentymään tarkastelun aikavälillä. Puukerrostalorakentamisen lisääntyminen voi vähentää rakentamisen ilmastovaikutusta.	Energiatehokkuussäädökset vaikuttavat rakennuskantaan, joka uusiutuu lähinnä kaupungeissa ja kaupunkien läheisellä maaseudulla. Uudistuminen on hidasta. (-)	Hajautetun energiantuotannon tuki voisi edistää ilmastonmuutoksen hidastamista ja siihen sopeutumista, kun myrskyjen aiheuttamat sähkökatkokset vaikuttaisivat pienemmillä alueilla.(-)	Rakennuskanta uusiutuu hitaasti maaseudulla (pl. kaupunkien läheinen maaseutu). Autioituneita rakennuksia poistuu käytöstä. Puutalorakentaminen voi vähentää rakentamisen ilmastokuormaa. (- -)	

## 6.5. Talous

Taulukkoon 15 on koottu talouden kehityksen vaikutuksia maaseudun vähähiilisyteen. Viime vuosikymmenen aikana maatilojen ja tuotantoyksiköiden keskimääräinen koko on kasvanut maataloudessa ja pienemmät maatilat keskittyvät enää harvoin vain yhteen tuotantomuotoon. Monialaiset tilat ovat lisääntyneet ja monella maatalousyrittäjällä on myös muita, ei suoraan tuotantoon liittyviä tulonlähteitä, kuten tilakauppa, maatilamatkailutoimintaa tai käsityöläisyyttä. Tämänkaltainen monialaistuminen voi tulevaisuudessa edelleen lisääntyä etenkin pienissä ja keskisuurissa maatilayrityksissä ja esimerkiksi biomassan energiakäytön yleistyminen tulee varmasti osaltaan vaikuttamaan alkutuotannon viljelylajien kirjoon ja kannattavuuteen.

Myös maaseudulla maatilayritykset ovat vähemmistönä yritysten joukossa ja palveluyritykset kasvattavat osuuttaan. Tulevaisuudessa samansuuntaisen kehityksen ennustetaan jatkuvan ja etenkin ikääntyvälle väestölle suunnattujen palveluiden kysyntä tulee lisääntymään. Palveluja kaivataan paitsi maaseudun vanhenevan väestön peruspalveluiden turvaamiseksi ja kauppa-, kodinhoito-, ja muiden vanhustenhuoltopalveluiden tarjoamiseksi, myös aktiivi-ikäisiä eläkeläisiä varten, joiden mökkikunnissa viettämän ajan oletetaan kasvavan.

Etätyömahdollisuuksien parantuminen ja pendelöinnin, eli työmatkaliikenteen asuinpaikkakunnan ja työssäkäyntipaikkakunnan välillä lisääntyminen saattaa myös osaltaan vaikuttaa työnteon tapoihin ja mahdollisuuksiin maaseudulla. Tällä ei kuitenkaan todennäköisesti tule olemaan niin suurta vaikutusta, että se kääntäisi harvaan asuttujen alueiden ja muiden muuttotappiokuntien tilanteen paremmaksi. Se voi sen sijaan jossain määrin hidastaa maaseudun harvenemista, mikäli tarpeelliset tietoliikenne- ja tieverkkoyhteydet ovat saatavilla. Suurin osa maaseudulta kaupunkiin pendelöivistä työntekijöistä tulee sijoittumaan kaupunkien läheiselle maaseudulle. Väljempi asuminen asutuskeskusten lähellä vetää puoleensa ja kaupunkien lähialueilla maaseudun väestö tulee todennäköisesti kasvamaan myös tulevaisuudessa. Työpaikat pysyvät silti edelleen pääosin kaupungeissa ja lähimaaseudulla tarjotaan pääasiassa peruspalveluita, sillä asukkaat liikkuvat paljon kaupunkikeskuksissa ja pystyvät suuren osan asioinneistaan hoitamaan myös verkossa. Etätyömahdollisuudet voivat vähentää tarvetta päivittäisille työmatkoille ja jossain määrin vähentää liikkumisen tarvetta. Mikäli työnteon tavat kehittyvät yhä etätyöpainotteisemmiksi ja pendelöinti kaupungin läheiseltä maaseudulta kaupunkiin vähenee, myös palveluiden tarjonta näillä ”asumisen maaseuduilla” tulee lisääntymään.

Yksi maaseudun työllisyyteen vaikuttava tekijä on nouseva kaivosteollisuus. Se lisää työvoiman tarvetta paitsi kaivosalueilla myös kuljetusreiteillä ja satamissa sekä mahdollisesti jalostuksessa. Kaivosteollisuuden ohella myös muut nousevat, tai mahdollisesti uudet, teollisuuden muodot kuten uusiutuvaa energiaa hyödyntävät energialaitokset tai monimuotoiset energian- ja ruoantuotantoa yhdistävät maatilat voivat tarjota tulevaisuudessa mahdollisuuksia työpaikkojen lisäämiseen. Selkein tarve uusille yrityksille on kuitenkin palvelupuolella. Erilaiset sosiaalipalvelut esimerkiksi vanhuksille ja muut palvelut vapaa-ajan asukkaille tulevat todennäköisesti kasvattamaan kysyntäänsä maaseudulla.

Eläkeläisten osuuden kasvun ja aktiivi-ikäisten eläkeläisten lisääntymisen ennustetaan jossain määrin lisäävän vapaa-ajan asumista maaseudulla. Mökkeilyn lisääntymisen myötä myös matkat mökeille lisääntyvät. Tarkastelujaksomme jälkeen aktiivi-ikäisten eläkeläisten osuus kuitenkin vähenee suurten ikäluokkien ikääntyessä, jolloin erityisesti vanhusten palveluiden tarve korostuu.

**Taulukko 15.** Talouden kehityksen vaikutukset maaseudun vähähiilisyteen

MUUTOSTEKIJÄT	Vaikutukset kohdemuuttujiin			
	Sähkö ja lämpö	Uusiutuva energia	Asuminen	Liikenne
<b>TALOUS</b>				
<b>ELINKEINORAKENNE MAASEUDULLA</b> Kaupunkien läheisellä maaseudulla elinkeinorakenne painottuu jalostukseen ja palveluihin. Ydinmaaseudulla ja harvaan asutulla maaseudulla alkutuotannon merkitys on yhä suuri. Alueellisesti tarkasteltuna palvelut korostuvat etenkin Uudella maalla, Ahvenanmaalla ja Lapissa. Myös alkutuotantovoittoisemmilla alueilla rakennemuutos on vaikuttanut tuotannon tapoihin kuten maatilakoon kasvuun, esim. Itä- ja Pohjois-Suomen lypsykarjatiljoilla. Sekä metsä- että maatalous tulevat myös tulevaisuudessa muuttumaan. Ero suurien ja pienempien, mutta monialaisten tilojen välillä tulee syvenemään entisestään. Vuonna 2010 maaseudulla arvioitiin olevan 140 300 pienyritystä, joista noin 45 000 oli perustuotantotiloja, 20 000 monialaisia tiloja ja noin 75 000 muita pienyrityksiä. Maaseutumatkailu-yrityksiä on tällä hetkellä arviolta 4 900 kpl ja niiden liikevaihto oli noin 510 milj. €/v vuonna 2012. Virkistys ja matkailu ovat keskeisiä alueellisia elinkeinoja Lapin ja Itä-Suomen alueilla. Matkailu- ja vapaaajan palveluiden kysyntä kasvaa varallisuuden lisääntyessä ja eläköitymisen myötä. Myös Suomen markkinoiminen ulkomailla erähenkisenä luonnontilaisena matkakohteena saattaa lisätä kysyntää pidemmän matkan turistien keskuudessa. Perinteisessä maataloudessa tilakokojen kasvu tulee jatkumaan, mutta toisaalta rinnalla säilyvät myös pienemmät monimuotoista liiketoimintaa harjoittavat yritykset ja kausiyritykset. Tulevaisuudessa uusiutuvan energian käytön lisääntyminen voi tarjota uusia mahdollisuuksia maaseudun yrittäjille. Yritysten muuttuminen perinteisistä maatalousyrityksistä yhä enemmän palvelu-yrityksiksi jatkuu myös tulevaisuudessa ja etenkin pienillä yrityksillä toiminta on usein monimuotoista ja saattaa sisältää sekä palvelu- että tuotantotoimintaa. Moni maaseudun asukas saa lisätuloja esim. sienien, marjojen ja kasvien poiminnasta. Näiden luonnontuotteiden hyödyntämisen lisäämiselle on potentiaalia, mutta tuotto ei usein ole riittävää.	Maataloustuotannon vähentyessä energiantarve pienenee, mutta uusien yritysten perustaminen hidastaa energiantarpeen vähentymistä. Tilakoon kasvu kuitenkin tehostaa energiankäyttöä. Muiden maaseutu-yritysten energiankulutuksen merkitys kasvaa kokonaisuudessa. (-)	Biomassoja voi olla paremmin saatavilla ja hyödynnettävissä isommissa yksiköissä. Bioenergiatuotanto fossiilista energiaa hyödyntäen voi kuitenkin jopa johtaa khh-päästöjen lisääntymiseen. Energiayrittäjyys lisääntyy kun esim. pientuotetun sähkön johtaminen verkkoon helpottuu. Hyödyntää voi mm. aurinko-, tuuli- ja lämpöpumpputeknologiaa. Lisäksi energiakasvien viljely lisääntyy ja mahdolliset tilalta saatavat energiahyödyt pyritään saamaan käyttöön. (- -)	Virkistyspalvelut voivat sijaita hajallaan, mutta monet muut maaseutu-yritykset hakeutuvat pikemminkin lähelle taajamia. Tämä voi ohjata asumista. (0)	Matkailun lisääntymisen lisää liikennettä. (+)
<b>KAIVOSTEOLLISUUS</b> Metallien suuri ja kasvava globaali kysyntä on johtanut kaivosteollisuuden kasvuun ja Suomessa on huomattava määrä uusia kaivoshankkeita ja -varauksia. Kaivoksilla on positiivisia vaikutuksia työllisyyteen etenkin Itä- ja Pohjois-Suomessa. Alueellisesti työllisyysvaikutukset ovat merkittäviä, mutta kansallisella tasolla yhä pieniä. Kaivosteollisuuden lisääntyminen johtaa myös kuljetusten lisääntymiseen ja nostaa vaatimuksia sekä tie- että raideverkostoa kohtaan. Kaivosteollisuudessa käytettävän energiamäärän ennustetaan kolminkertaistuvan vuoteen 2030 mennessä. Kaivosteollisuuden mahdolliset haittavaikutukset ovat aiheuttaneet huolta esim. vesistöjen laadun ja käytön sekä luontomatkaailun mahdollisuuksien osalta.	Kaivosteollisuus lisää energiankäyttöä maaseudulla. (++)	Osa kasvavasta energiantarpeesta tyydytettäneen uusiutuvalla energialla. (0)	Kaivosteollisuuden lisääntyminen tuo myös työpaikkoja tiettyihin osiin Suomea ja vähentää muuttotappioita. (0)	Kuljetustarpeet kasvavat kaivosteollisuuden nousun myötä. (++)

<p><b>METSÄTEOLLISUUS JA METSIEN HYÖDYNTÄMINEN</b> Suomessa metsien hakkuumäärät ovat pysyneet suunnilleen samalla tasolla noin 20 vuoden ajan. Metsät kasvavat enemmän kuin mitä puustoa poistuu, kasvun ollessa noin 100 milj. kuutiota ja poistuman 70 milj. kuutiota vuositasolla. Puuvarojen hyödyntämiseen vaikuttavat puuston ikärakenne, puun hinta, metsänomistajien intressit, metsätalouden tukipolitiikka sekä esimerkiksi luonnonsuojelulliset tavoitteet. Yhä suurempi osa metsänomistajista on kaupunkilaisia. Metsäteollisuus on painottunut perinteisesti Järvi-Suomeen suuren puuston tilavuuden ja vesireittien ansiosta. Pohjois-Suomi on vähemmän tukeutunut metsäteollisuuteen mm. metsien hitaamman kasvun ja kuljetuskustannusten takia. Ilmastonmuutoksen vaikutukset saattavat vaikuttaa myös metsäteollisuuteen. Ilmaston lämmetessä kasvu tehostuu, mutta tuholaisongelmat lisääntyvät ja kuoriaistuhojen rajat nousevat yhä korkeammalle. Paperi- ja kartonkiteollisuus keskittyvät kaupunkiseuduille, kun taas sahateollisuus on laajemmin hajautunutta. Uusien puupohjaisten tuotteiden kehittäminen, biomassan kysyntä ja puupohjaisten biopolttoaineiden yleistymisen voivat lisätä metsäteollisuuden kannattavuutta ja toisaalta lisätä kuljetuksia ja tällä hetkellä vähäistä energiapuun kysyntää. Perinteisen maatalouden vähentyminen voi myös lisätä metsittyvää pinta-alaa ja pidemmällä aikavälillä metsien rooli hiilinieluna saattaa korostua ja muodostua jopa tulonlähteeksi.</p>	<p>Metsäteollisuuden väheneminen vähentää energiakulutusta, mutta samalla uusiutuvan energian käyttöä (mustalipeä). <b>(0)</b></p>	<p>Pienet hakevoimalat (ml. CHP) yleistynevät. Energiapuun käyttö lisääntyy, mikäli kannattavuus paranee. <b>(-)</b></p>	<p>Puurakentaminen lisääntyy myös kerrostaloissa. <b>(-)</b></p>	<p>Puusta jalostettujen biopolttoaineiden käyttö voi vähentää liikenteen päästöjä etenkin raskaiden kuljetusten osalta. Energiapuun lisääntyvä käyttö lisää kuljetusten tarvetta. <b>(-)</b></p>
<p><b>TYÖLLISYYS JA TYÖPAIKAT</b> Vuonna 2011 maatalous työllisti 90 100 henkeä, lisäksi välillisesti maatalous työllisti n. 15 000 henkeä. Osuus kaikkien alojen työllisistä oli 3,6 %. Vuonna 2012 maatalous työllisti 87 900 henkeä, eli 3,5 % työllisistä. Maatalouden työvoiman määrä laskee tilaluvun vähentyessä ja koneellistumisen edetessä. Maaseudullakin palvelualojen merkitys on kasvanut. Työpaikat ovat lisääntyneet kasvukeskuksissa ja vähentyneet etenkin Itä- ja Pohjois-Suomessa. Sekä työvoima että työpaikat ovat selkeästi vähentyneet ydin- ja etenkin harvaan asutulla maaseudulla. Kaupunkien läheisen maaseudun työllisyyskehitys seuraa kaupunkien kehityssuuntaa. Maahanmuuton suurimmat työvoimahyödyt näkyvät kaupungeissa, mutta myös maaseudulle on mahdollista houkutella uutta työvoimaa esim. sosiaali- ja terveydenhuoltoalan työpaikoilla.</p>	<p>Työpaikkojen vähentymässä myös energiankäyttö vähenee. Kuitenkin työpaikkojen siirtyessä kaupunkeihin, päästöt eivät välttämättä vähene. <b>(0)</b></p>	<p>Työvoimaa on saatavissa, mikäli esim. biomassan korjuu vaatii sitä. Hajautettu uusiutuvan energian tuotanto voi parantaa työllisyyttä. <b>(0)</b></p>	<p>Maaseutuasuminen vähenee työpaikkojen vähentyessä. <b>(-)</b></p>	<p>Työpaikat maaseudulla vähentyvät entisestään. Tämä lisää muutttoa kaupunkeihin ja pidentää maaseudulla yhä asuvien työmatkoja. <b>(+)</b></p>



<p><b>ETÄTYÖ</b> Etätyölle on paljon potentiaalia, sillä vasta 25 000 hlöä tekee kokopäiväisesti etätöitä ja erään arvion mukaan potentiaali olisi jopa 500 000 hlöä. Kyseessä on nouseva trendi, jonka merkittävä kasvu edellyttää hyvien tietoliikenneyhteyksien rakentamista. Etätyö liittyy mm. pendelöintiin. Kaupungin läheiselle maaseudulle saatetaan muuttaa enemmän, kun etätyö mahdollistaa pendelöinnin vähentämisen. Lähellä kaupungeja etätyö, asuminen ja liikenne voivat siis jopa lisääntyä. Täysaikainen etätyö on melko harvinaista, joten siirtyminen harvaanasutulle maaseudulle tekemään kokoviikkoista etätyötä on vähäistä. Sitä voi kuitenkin lisätä etätyökusten synty. Nämä ovat lähempänä kotia olevia tiloja, joita voi käyttää etätyöhön, ja joihin voi muodostua oma etätyöläisten yhteisö. Etätyötä tehdään jonkin verran myös mökeiltä käsin. Halukkuus mökillä tehtävään etätyöhön kasvoi 2 %:sta 5 %:iin aikavälillä 2003–2008. Vuonna 2009 joka kymmenes mökkiläinen vastasi tehneensä etätöitä mökiltä käsin 12 kuukauden sisällä, kun vuonna 2003 etätöitä tehneiden määrä oli tästä vain puolet. Etätyöllä on vahva potentiaali kaupunkien läheisellä maaseudulla, mutta puutteelliset tietoliikenneyhteydet tai työntajien asenteet hidastavat sen yleistymistä.</p>	<p>Voi lisätä päiväaikaista energiankulutusta maaseudulla (siirtyy kaupungista). <b>(0)</b></p>	<p>Etätyö voi lisätä päiväaikaista energiankäyttöä maaseudulla, jolloin esim. aurinkoenergian hyödyntäminen on kannattavampaa, kun energian käyttö on päivällä suurempaa. <b>(0)</b></p>	<p>Etätyö mahdollistaa halvemmat/väljemmät asumisratkaisut mutta useilla työpaikoilla edellytetään vähintään ajoittaista läsnäoloa, joten etätyönteon vaikutukset työpaikoista keskimäärin kauempana olevaan asutukseen ovat pienemmät. <b>(+)</b></p>	<p>Maaseudulla asuvat vähentävät pendelöintiä etätyön antamien mahdollisuuksien mukaan. Toisaalta alueelle saattaa muuttaa uusia asukkaita, ajoittaisen etätyömahdollisuuden kannustamana, mikä lisää alueella tapahtuvaa liikkumista myös työmatkaliikenteen osalta. <b>(-)</b></p>
<p><b>PENDELÖINTI</b> Työmatkat ovat pidentyneet alueellisten ja rakenteellisten muutosten seurauksena ja maaseutu muuttuu yhä enemmän "asumismaaseuduksi" kun töissä käydään muualla. Pendelöinti kesämökeiltä ei vielä ole kovin yleistä. Vuonna 2009 joka viides mökkiläinen oli vuoden aikana käynyt vähintään kerran töissä mökiltä, keskimäärin mökkityöläiset kävivät töissä mökiltä 14 päivänä vuodessa. Erityisesti metropolialueelle suuntautuvat pitkät työmatkat ovat lisääntyneet 100-200km etäisyydeltä olevilta kaupunkiseuduilta ja liikenteen keskusten välillä ennustetaan edelleen kasvavan, mikä rasittaa maantieverkkoa ja asettaa haasteita seudulliselle joukkoliikenteelle. Kuitenkin muiden työasiamatkojen määrä on vähentynyt, työmatkojen itsessään pidentyessä.</p>			<p>Osa suomalaisista unelmoi maaseutuasumisesta. Asuntojen kallistuessa kaupungeissa ja esim. kakkosautojen lisääntyessä, useammat voivat olla valmiita muuttamaan keskusten läheiselle maaseudulle. <b>(0)</b></p>	<p>Työmatkat pitenevät entisestään ja autojen määrä perheissä kasvaa. <b>(+)</b></p>
<p><b>ENERGIAN SAATAVUUS JA HINTA</b> Fossiilisen energian hinta nousee globaalin talouskasvun seurauksena ja helposti hyödynnettävien öljylähteiden ehtyessä. Kuitenkin mm. liuskekaasun hyödyntäminen voi hillitä hintojen nousua. Fossiilisen energian hintaa nostaa myös kiristynyt ilmastopolitiikka, esim. päästökauppa. Varsinkin kivihiihtä on saatavilla usealta alueelta, mutta energiaomavaraisuuden kasvattaminen on kuitenkin tavoiteltavaa mm. huoltovarmuuden vuoksi. Primäärienergian kotimaisuusasteen uskotaankin nousevan. Ydinvoima säilynee suurimpana yksittäisenä sähköntuotantomuotona Suomessa lähivuosisikymmeninä, mutta v.2014 sen lisärakentaminen on aiempaa epävarmempaa. Uusiutuvan energian uskotaan olevan nopeimmin globaalisti kasvava tuotantomuoto. Esim. aurinkosähkön tuotantokustannukset ovat romahtaneet viime vuosina. Suomessa peltobiomassojen ja biojätteiden käyttö energianlähteenä kasvaa. Suomella on mahdollisuus tuottaa jopa enemmän hiilineutraalia sähköä kuin kotimaassa on tarvetta vuoteen 2050 mennessä, mikäli uusia teknologioita saadaan runsaasti käyttöön ja teknologian kehitys on nopeaa.</p>	<p>Energian hinta ohjaa energiatehokkaampiin ratkaisuihin. Energiatehokkuuden lisääminen ei kuitenkaan yleensä pitkällä aikavälillä vähennä kulutusta. <b>(-)</b></p>	<p>Fossiilisen energian hinnan noustessa uusiutuvan energian kysyntä kasvaa. <b>(- -)</b></p>		<p>Uusiutuvan energian lisäkäyttö lisää erityisesti bioenergian kuljetuksia. <b>(+)</b></p>

<p><b>LOGISTIIKKA JA RAHTI</b> Kuljetusliikenne tulee lisääntymään esim. biomassojen lisäkäytön seurauksena. Rahtiliikenteen arvioidaan lisääntyvän 40 000 miljoonasta tn-kilometristä melkein 60 000 milj tn-kilometriin vuoteen 2050. Tämä tulee rasittamaan maantieverkkoa ja vaikuttamaan myös raideverkolle ja satamille asetettaviin vaatimuksiin. Perinteisen metsäteollisuuden kuljetukset vähenevät, mutta toisaalta kaivosteollisuuden kuljetusten tarve kasvaa. Tieverkko on pääasiainen kuljetuskanava elintarviketeollisuudelle, jonka päämarkkinat ovat suurilla kaupunkiseuduilla. Kaatopaikkojen vähetessä ja koska jätteidenpolttolaitoksia ei ole kannattavaa rakentaa monta Suomen mittakaavassa, jätteiden kuljetusmatkat pidentyvät huomattavasti. Maakuntien sisäiset kuljetukset ovat tavaramäärässä mitattuna suurin osa kuljetuksista (3/4), mutta matkallisesti mitattuna ne kattavat vain kolmanneksen. Yritysverkostot ja toimintatapojen kehittyminen tehostavat kuljetuksia.</p>				<p>Kuljetusten lisääntyminen lisää päästöjä. (+ +)</p>
--	--	--	--	--

## 6.6. Yhteiskunta ja kulttuuri

Aluerakenteen muutokset ovat vaikuttaneet ja vaikuttavat yhä vahvasti maaseudun kehitykseen. Harvaan asutun maaseudun väestö vähenee ja vanhenee entisestään, kun muuttoliike suuntautuu työmahdollisuuksien perässä kaupunkeihin ja niiden lähiympäristöön. Toisaalta nimenomaan kaupunkien läheinen maaseutu, etenkin suurten kasvukeskusten läheisyydessä, on selkeästi monia houkutteleva asuinseutu.

Kaupunkien läheistä maaseutua on etenkin Etelä- ja Länsi-Suomessa. Kaupunkien ohella kaupunkien läheisellä maaseudulla on parhaat edellytykset kehitymiselle ja monipuolisen elinkeinorakenteen luomiselle. Asukkailla on mahdollisuus pendelöidä lähikaupunkeihin ja yrittäjillä on monipuoliset lähimarkkinat. Monet tällaisista kunnista ovatkin muuttovoittoisia. Muuttovoittoisuus mahdollistaa myös palveluiden kehittämisen ja uudet investoinnit. Hyvinvointitutkimuksen mukaan kaupunkien läheinen maaseutu on aineellisesti ja subjektiivisesti koetun hyvinvoinnin näkökulmasta parasta asuinalueita. Paikalliset asukkaat kokevat suurimmiksi vetovoimatekijöiksi sijainnin ja yhteydet läheisiin kaupunkeihin. Tiheän asutuksen ansiosta kaupunkien läheisellä maaseudulla on myös parhaat mahdollisuudet hyödyntää lähien energiaa lämmöntuotannossa.

Ydinmaaseutu on puolestaan runsaan alkutuotannon aluetta, jossa on myös paikoitellen teollisuuskeskittymiä. Ydinmaaseutua on etenkin Etelä- ja Länsi-Suomessa useampien keskisuurten kaupunkikeskusten läheisyydessä, ja alueen kuntakeskukset ovat usein elinvoimaisia ja palveluiltaan monipuolisia. Ydinmaaseudulla on edelleen myös paljon mm. elintarvikejalostuksen ja teollisuuden työpaikkoja. Varsinaista kasvupotentiaalia ei kuitenkaan ole juurikaan nähtävissä, joskin väestön väheneminen on hyvin hidasta teollisuuden työpaikkojen ja vielä siedettävällä etäisyydellä olevien palveluiden ansiosta.

Harvaan asuttu maaseutu edustaa suurinta osaa Suomea. Alueella on haasteita elinvoimaisuuden ja aluekehityksen ylläpitämisessä. Palvelut katoavat nuoren väestön muuttaessa pois, maataloustuotannon vähentyessä ja uusien työpaikkojen määrän ollessa liian pieni suhteessa työpaikkojen poistumaan. Asiointimatkat tulevat todennäköisesti tulevaisuudessa pidentymään entisestään. Kuntien taloudellinen tilanne huononee samalla kun huoltosuhde heikkenee. Harvaan asutut kunnat sijaitsevat pääosin Itä- ja Pohjois-Suomessa, ja lisäksi mm. ulkosaaristo on harvaan asuttua. Arktisen alueen kehittämisprojektit ja esim. Koillisväylän nouseminen merkittäväksi kuljetusreitiksi voisivat tukea luonnonvarojen jalostamista Pohjois-Suomessa, lisätä mm. rahtia Suomen läpi ja ylipäätään tuoda asukkaita ja aktiviteetteja Pohjois-Suomeen. Tilanne haja-asutusalueilla on kuitenkin hyvin heikko ja tulevat haasteet mm. vanhenevan väestön hoidon ja peruspalveluiden järjestämiseksi vaativat ratkaisuja.

Myös maaseudun ja kaupungin asukkaiden ilmastokuormituksen eroja on tutkittu. Toisin kuin on luultu, Jukka Heinosen (2012) väitöksen mukaan tiivis rakenne ei tee asumisesta ilmastoystävällisempää. Aluerakenteen tiiviydellä on kyllä merkittäviä ympäristö-, sosiaalisia ja toiminnallisia hyötyjä, mutta ilmastovaiikutuksiin vaikutukset eivät ole yhtä selkeät. Maaseudun asukkaiden liikkumisesta aiheutuva kuormitus on usein suurempi kuin kaupungissa asuvilla, mutta muilla osa-alueilla kaupungin asukkaiden ilmastokuormitus on suurempi. Vaikka on uskottu, että mm. lämmitys- ja sähkönkulutus olisi kaupungeissa tehokkaampaa, runsas uusiutuvien energialähteiden, lähinnä puun, käyttö lämmityksessä maaseudulla laskeekin maaseutuasumisen sähköstä ja lämmityksestä koituvan kuormituksen kaupunkiasukkaita alhaisemmalle tasolle. Suurin selittävä tekijä ei olekaan asuinpaikka itsessään, vaan tuloilla on selkeä yhteys henkilön aiheuttamaan ilmastokuormaan. Hyvin suuri vaikutus on siis välttämättömien perustarpeiden ulkopuolisella kuluksella, joka lisääntyy henkilön tulotason kasvaessa. Ilmastomuutoksen hillitsemiseksi ja vähähiilisyiden edistämiseksi olisikin tärkeää hakea muutosta kulutustottumuksiin ja paitsi ohjata kulutusta kestävämpään suuntaan, myös pyrkiä vähentämään sitä.

Koska asuinpaikka ei itsessään selitä ilmastokuormituksen suuruutta, ei voida myöskään vetää kovin jyrkkiä johtopäätöksiä siitä, minkälainen asumisrakenne on kaiken kaikkiaan ilmaston kannalta paras ratkaisu. Varsinkin kaupunkien läheisellä maaseudulla saattaa olla suuri ilmastokuormitus, mikäli niiden liikenne perustuu pitkälti yksityisautoiluun ja tulotaso mahdollistaa suuren kulutuksen.

Kaupunkien läheiset seudut kannattaa muistaa myös muissa yhteyksissä puhuttaessa kaupungin ja maaseudun eroista. Kaupunkien läheisten seutujen asukasmäärä kasvaa jatkuvasti. Ne lasketaan yhä maaseudun piiriin, vaikka asukkaat yleisesti ottaen käyvät töissä ja usein asioivatkin läheisissä kaupungeissa. Tässä tarkastelussa ei ole voitu jokaisen muutostekijän kohdalla erottaa toisistaan vaikutuksia ydinmaaseudulla ja kaupunkien lähiseuduilla, mutta erilaisia hillitsemistoimia suunniteltaessa on tärkeää pitää mielessä maaseudun erilaisten alueiden väliset erot ja kaupunkien läheisten seutujen vaikutukset maaseudun vähähiilisyteen.

Vaikka tässä tekstissä on käsitelty pääasiassa erilaisten maaseudun muotojen eroja, taulukoista voi huomata, että yhteiskunnan ja kulttuurin muutostekijät ovat moninaisia. Taulukoihin 16–18 on koottu yksityiskohtaisempia tietoja näistä erilaisista muutostekijöistä. Laajuutensa takia tarkastelu on jaettu kolmeen osaan. Ensimmäisessä taulukossa 16 on esitelty väestönkehityksen, ikääntymisen, aluekehityksen, palvelurakenteen ja kulkumuotojakauman, ja kahdessa viimeisessä (taulukot 17 ja 18) asenteiden ja asumisen muotojen vaikutusta maaseudun vähähiilisyydelle.

**Taulukko 16.** Yhteiskunnan ja kulttuurin vaikutukset maaseudun vähähiilisyteen väestönkehityksen, ikääntymisen, aluekehityksen, palvelurakenteen ja kulkumuo-  
tojakauman osalta.

MUUTOSTEKIJÄT	Vaikutukset kohdemuuttujiin			
	Sähkö ja lämpö	Uusiutuva energia	Asuminen	Liikenne
<b>YHTEISKUNTA JA KULTTUURI</b>				
<b>VÄESTÖNKEHITYS</b> Eteläisen Suomen asutuskeskukset ja niiden lähialueet ovat houkutteleet paljon väestöä viime vuosikymmeninä. Isot kaupungit kasvavat nyt voimakkaimmin. Asutettujen alueiden määrä ei ole merkittävästi vähentynyt, mutta harvaan asutut alueet ovat harventuneet. 30 vuodessa sekä asukkaiden että työpaikkojen määrä on laskenut harvaan asutuilla alueilla yli 30 %. Kuuden milj. asukkaan raja ylittyy Suomessa vuonna 2042. Haja-asutusalueiden väestö tulee vähenemään ja vanhenemaan entisestään. Maahanmuutto helpottaa ikääntymisongelmaa kaupunkialueilla, mutta haja-asutusalueet eivät siitä juuri hyödy. Kaupunkien läheisen maaseudun väestö lisääntynee ihmisten muuttaessa kaupunkikeskusten lähiseuduille, joskin on merkkejä, että kehyskunnat alkavat menettää väestöä keskuksiin. Kausimuutto ja monipaikkainen asuminen yleistyvät väestön eläköityessä ja etätöiden helpottuessa. Muuttoliike ja väestön eläköityminen heijastuvat myös vapaa-ajan liikkumiseen, kun kaupungeista liikutaan maaseudulle sukulaisten luo, mökille ym. yhä enemmän. Monipaikkainen asuminen yleistyy ja vakituinen asuinpaikka ei enää yhtä vahvasti kerro ajankäytön aluerakennetta.	Taantuvilla seuduilla energiankulutus pienenee. Keskuksissa energiankäyttö voi tehostua uudisrakentamisen myötä. Kaupunkien läheisyydessä asumisväljyys ja energiankulutus ovat silti suurempia kuin kaupungeissa. Oman puun käyttö voi vähentyä ja ostetun (osin fossiilisen) energian käyttö lisääntyä. Öljylämmitys vähenee ja sitä korvataan mm. maalämpöpumpuilla. <b>(0)</b>	Lähienergian tuotannon lisääntyminen helpottuu kun asutaan tiiviimmin esim. kirkonkylissä (esim. mikro-chp ja paikallinen lämpöverkko). <b>(-)</b>	Asuntokannan uudistuminen vauhdittuu muuttoliikenteen seurauksena. Harvaan asutulla maaseudulla ja pienemmissä keskuksissa esim. yhteisöasuminen ja muut vanhusten asumiseen liittyvät palvelut keskittyvät entisestään ja uusivat rakennuskantaa. Kaupunkien läheisellä maaseudulla suurempi asuinväljyys ja korkea varustelutaso lisäävät asumisen päästöjä. <b>(+)</b>	Väestön kasvaessa liikenne ja pendelöinti lisääntyvät. Liityntäliikenne kaupunkien läheiseltä maaseudulta kehittyy. Harvaan asutulla seudulla asiointimatkat pitenevät, mutta liikkujat vähenevät. Monipaikkainen asuminen ja vapaa-ajan liikenne lisääntyvät. Maaseudulla auto on keskeisin kulkuväline, julkisen liikenne heikkenee muuten paitsi seutujen välillä. <b>(+)</b>
<b>IKÄÄNTYMINEN</b> Yli 65-vuotiaiden osuus väestöstä nousee 17 %:sta 27 %:iin vuoteen 2040 mennessä. Samalla työikäisten (15-64v) osuus pienenee 66 %:sta 58 %:iin, joten väestöllinen huoltosuhde heikkenee. Koko maan huoltosuhde oli 0,53 vuonna 2011 ja olisi ennusteen mukaan 0,64 vuonna 2020 ja 0,72 vuonna 2035. Väestörakenteeseen liittyvät haasteet nousevat eniten esiin taantuvilla seuduilla, etenkin Itä- ja Pohjois-Suomen sekä Suomenselän alueilla, joissa huoltosuhde heikkenee selkeimmin. Alueiden huoltosuhteiden väliset erot kasvavat entisestään, mutta palveluiden tarpeen myötä työttömyys vähenee väestötappio- ja haja-asutusalueilla. Sekä vanhuksille että aktiivi-ikäisille eläkeläisille suunnatut palvelut tulevat kasvattamaan kysyntäänsä. Suuri ongelma erityisesti harvempaan asutuilla seuduilla tuleekin olemaan sosiaali- ja terveyspalveluiden työntekijöiden saatavuus. Aktiivisten eläkeläisten määrän kasvu tulee lisäämään myös vapaa-ajan henkilöliikennettä. Teknologisia ratkaisuja tarvitaan avuksi palveluiden järjestämisessä.	Ikääntyneiden kyky hoitaa puulämmitystä heikkenee, mikä voi lisätä sähkölämmitystä. Siirtyminen uusiin taloihin tai hoivakoteihin, jotka ovat energiatehokkaampia, voi vähentää kulutusta. Toisaalta aktiiviset eläkeläiset mökkeilevät, mikä lisää sähkön ja lämmönkulutusta maaseudulla. <b>(0)</b>	Vanhenevalle väestölle helpohkot lämmitysmuodot, kuten ilma-, maa- ja vesilämpöpumput yleistyvät. Oman puun käyttö vähenee. Maatalousyrittäjyys ei houkuta nuoria, mikä voi hidastaa energiakasvien tuotannon lisääntymistä edellisten yrittäjien eläköityessä. <b>(+)</b>	Ikääntyville on tarve rakentaa sopivaa asumista, joka on entistä energiatehokkaampaa, mutta rakentaminen aiheuttaa khk-päästöjä. Eläköitymisen mukana voi tulla lisää monipaikka-asumista, jolloin esim. vapaa-ajan asuntoja käytetään enemmän vuodessa, mikä lisää maaseutuasumisen päästöjä. <b>(0)</b>	Koulu- ja työmatkaliikenne vähenee. Eläköityminen lisää liikennettä mökkipaikkakunnalla. Ikääntyvien oma ajaminen vähenee. Liikkuminen turvataan ikääntyville asukkaalle esim. takseilla. Liikkuvat palvelut lisääntyvät. Kehitys ei tue joukkoliikennematkaisuja. Ikääntyminen vähentää liikennettä kokonaisuudessaan tarkastelujakson loppua kohden. <b>(-)</b>

<p><b>ALUEKEHITYS</b> Rakennekehitys vaihtelee eri maaseutualueilla. Itä- ja Pohjois-Suomessa on enemmän harvaan asuttua maaseutua, ja suurempi suhteellinen köyhyys, heikompi koulutustaso ja alempi työllisyysaste. Etelä- ja Länsi-Suomi pärjäävät hyvin alueiden kilpailukykyä katsottaessa. Asutus on keskittynyt kaupunkien lähiympäristöön ja jonkin verran pienten seutukeskusten ja maaseudun taajamien yhteyteen. Ympäryskunnat hyötyvät keskuskaupunkien muuttovoitosta. Väkimäärä laskee monissa maaseudun taajamissa, mutta hitaammin kuin harvaan asutulla maaseudulla. Samankaltainen kehitys jatkuu myös tulevaisuudessa. Suomessa on laaja koulutuslaitosten sekä tutkimuslaitosten ja -asemien verkosto. Tämä voi edesauttaa maaseudun innovatiivisuutta, ml. vähähiilisten ratkaisujen kehittämistä ja käyttöönottoa. Verkostoa on kuitenkin karsittu ja paineita karsimiseen on edelleen. Työmatkojen keskipituus on väljimmillä alueilla asuvilla yli kaksinkertainen tiiveimpiin alueisiin verrattuna, ja asiointimatkojen keskipituus lähes kolminkertainen. Vierailu- ja mökkimatkat ovat tiiviillä alueilla asuvilla keskimäärin pidempiä kuin väljillä alueilla.</p>	<p>Väestö keskittyy, ja energi-ankulutus vähenee uusien energiatehokkaampien rakennusten ansiosta. (-)</p>	<p>Energiaverkot voivat eriytyä luotettavuuden lisääntymiseksi häiriötilanteissa ja oman (vara)voiman tuottaminen yleistyy. Tämä voi lisätä hajautetun uusiutuvan energiantuotannon kysyntää ja kannattavuutta. Mitä harvemmin asuttu seutu, sitä pienimuotoisempaa uusiutuvan energian tuotanto on. (-)</p>	<p>Maaseudulla ennen vakituksessa käytössä olleista rakennuksista moni siirtyy osa-aikaiseen käyttöön ja osa jää tyhjilleen. (-)</p>	<p>Harvaan asuttu maaseutu autioituu ja kaupunkien läheisen maaseudun väestö kasvaa. Etätyö lisääntyy, mutta se voi jopa lisätä liikennettä (ks. Etätyö). Kauppa keskittyy, usein keskusta-alueen ulkopuolelle. Verkossa asiointimisen kehitys voi vähentää asiointimatkoja. (+)</p>
<p><b>MAASEUDUN PALVELURAKENNE</b> Palvelut, infrastruktuuri ja elinkeinojen edistäminen kohtaavat erilaisia tarpeita eri alueilla väestön ikärakenteesta ja alueen asutusrakenteesta riippuen. Julkisten palvelujen tuottamiseen vaikuttavat myös yksityisen sektorin tuottavuus ja työllisyys, joka rakennemuutoksen seurauksena saattaa kaivata uusia tuotantomuotoja korvaamaan heikkeneviä elinkeinoja. Harvaan asutulla maaseudulla ikääntyvän väestön palvelujen tarve on suuri, mutta etäisyydet luovat haasteita niiden saatavuudelle. Verkkopalvelut sekä liikkuvat palvelut auttavat jossain määrin. Maaseudulla asumista pidetään usein turvallisena, mutta turvallisuuspalvelujen (poliisi, pelastustoimi) vähyyks voi aiheuttaa vaaraa ja heikentää sekä turvallisuuden tunnetta että sitä kautta esim. matkailupalveluiden kehitystä. Kaupunkien läheisellä maaseudulla palvelut ovat lähempänä, mutta ne keskittyvät, mikä lisää asiointiliikennettä. Toisaalta kauppa-keskittymien merkitys vähenee internetasiointin lisääntyessä. Koulutuspalvelut ovat keskeisiä nuoremman väestön pitämiseksi maaseudulla, mutta niilläkin on taipumus keskittyä. Kuntien yhdistyminen voi entisestään keskittää palveluita. Lähidemokratian avulla asukkaiden vaikutusmahdollisuuksia voidaan säilyttää kuntien yhdistyessä ja onkin ehdotettu, että kuntien sisälle perustettaisiin entisten paikallisyhteisöjen pohjalta lähidemokratiayksiköitä (esim. aluelautakuntia), joilla olisi todellista valtaa omaa aluettaan kohtaan. Näin voitaisiin säilyttää paikallinen asiantuntemus ja yhteisöllisyys päätöksenteossa, sekä pyrkiä turvaamaan paikallisia palveluita.</p>	<p>Energiankäyttö vähenee maaseudulla kun palvelut keskittyvät kuntakeskuksiin. (-)</p>		<p>Heikentyvät palvelut huonontavat mahdollisuuksia maaseutuasumiseen erityisesti harvaan asutulla maaseudulla. Tämä voi lisätä kakkosasuntojen määrää kun siirrytään asumaan keskukseen, mutta säilytetään vanha asunto esim. vapaa-ajan käytössä. (0)</p>	<p>Palvelujen keskittyminen lisää liikennettä. Liikkuvien palveluiden avulla voidaan hidastaa maaseudun autioitumista ja asiointiliikenteen kasvua. Verkkokauppa voi vähentää fyysisten kauppa-keskusten tarvetta. (+)</p>

<p><b>KULKUMUOTOJAKAUMA</b> Autoistuminen on edennyt merkittävästi viime vuosikymmenten aikana. Manner-Suomessa oli v. 1980 tuhatta asukasta kohti 256 henkilöautoa, vuonna 2013 taas 573. Maaseudulla autotiheys on keskimääräistä suurempi. Liikumisessa on selkeitä eroja eri alueiden välillä. Matkasuorite on sitä pidempi mitä haja-asutetummalla seudulla asuu, johtuen pitkistä etäisyyksistä palveluihin ja työpaikkoihin. Haja-asutusalueiden kylissä asuvilla keskimääräinen matkasuorite on kuitenkin pienempi kuin muualla haja-asutusalueella. Työmatkat ovat keskimäärin 2 kertaa niin pitkiä haja-asutusalueella asuvilla kuin pienissä taajamissa asuvilla ja kolme kertaa pidempiä kuin 50 000–100 000 asukkaan taajamissa asuvilla. Haja-asutusalueella asuvien kotimaan keskimääräisestä matkasuoritteesta 78 % kuljetaan henkilöautolla, mutta taajamissakin asuvien suoritteesta 71 %. Joukkoliikenteen osuus on merkittävä (21 %) ainoastaan yli 100 000 asukkaan taajamissa asuvilla. Kevyt liikenne edustaa 3-6 % matkasuoritteesta, vähiten maaseudulla. Koko Suomessa erityisesti lasten ja nuorten jalkankulku ja pyöräily on vähentynyt. Nuorten itsenäinen liikkuminen mopoilla ja mopoautoilla on kasvanut. Ostos- ja asiointimatkat ovat lisääntyneet.</p>			<p>Mikäli autoilu kallistuu olennaisesti, halu asua lähempänä palveluja voi kasvaa ja asutuksen tiivistyminen kiihtyä. <b>(0)</b></p>	<p>Liikenteen määrä tulee tarkastelun aikavälillä todennäköisesti edelleen kasvamaan ja julkisen liikenteen merkitys pienemään. Autojen määrä kasvaa edelleen. Pyöräily- ja kävelymahdollisuuksien parantaminen esim. kevyen liikenteen väylin ja asennekasvatus voisivat hidastaa autoliikenteen kasvua ja jalankulun ja pyöräilyn vähenemistä. <b>(++)</b></p>
--	--	--	---	--

**Taulukko 17. Asenteiden vaikutus maaseudun vähähiilisyteen.**

MUUTOSTEKIJÄT	Vaikutukset kohdemuuttujiin			
	Sähkö ja lämpö	Uusiutuva energia	Asuminen	Liikenne
<b>YHTEISKUNTA JA KULTTUURI</b>				
<b>PÄÄTTÄJIEN ASEENTEET</b> Poliittiset päättäjät uskovat yleisesti maaseudun merkityksen Suomelle säilyvän tai kasvavan. Lähi- ja luomuruoan sekä uusiutuvan energian kehitykseen, etätöiden lisääntymiseen ja lähipalveluiden kehittymiseen suhtaudutaan toiveikkaasti. Kuitenkin päättäjien enemmistö pitää palveluiden keskittymistä ja maatalouden tehostumista todennäköisenä v. 2025 mennessä ja neljäsosa pitää myös maaseudun voimakasta autioitumista todennäköisenä.	Energiankäyttöä pyritään tehostamaan esim. erilaisin ohjelmin (kuten HINKU). (-)	Päättäjien myönteinen asenne voi edistää uusiutuvan energian käyttöä, jos se konkretisoituu valmiutena tukea uusiutuvan energian käyttöä taloudellisesti ja/tai lainsäädännöllisesti. (-)	Uutta asumista pyritään jossain määrin keskittämään taajamiin tai niiden lähelle. Myös kerrostaloja rakennetaan taajamiin. (-)	Mikäli asuntorakentaminen on tiivistä, se voi lisätä joukkoliikenteen mahdollisuuksia. Liikkumisen tarpeen vähenemistä etätöiden, lähipalveluiden ym. avulla pidetään hyvänä. (0)
<b>KAUPUNKILAISTEN ASEENTEET</b> Vaikka suurin osa väestöstä asuu suurissa asutuskeskuksissa ja niiden lähialueilla, asuu moni heistä toiveidensa vastaisesti. Etätöiden yleistymisen voi mahdollistaa väljemmän asumisen maaseudulla, vaikka se usein pidentää pendelöintimatkoja. Maaseutu yhdistetään positiivisiin asioihin kuten luontoon, aitouteen, hyvään elämään ja rentoutumiseen. Kuitenkin pidemmällä aikavälillä asenteet maaseutua kohtaan voivat muuttua nykyistä negatiivisempaan suuntaan. Nuoremmat sukupolvet ovat syntyjään kaupunkilaisia ja maaseudulla on kaupunkilaisille vähemmän henkilökohtaista merkitystä. Kaupunkilaiset ja nuoret uskovat eniten maaseudun merkityksen vähenevän tulevaisuudessa. Maaseutubarometrin 2014 mukaan suomalaiset nuoret kuitenkin toivovat maaseudun elinvoimaisuutta, mutta pitävät todennäköisenä heikompaa kehitystä kuin vanhemmat vastaajat.			Muuttohalua maaseudulle on, tämä voi lisätä entisestään kaupunkien läheisen maaseudun kasvua. (+)	Varsinkin nuorilla on enemmän kiinnostusta maaseudulla käymiseen kuin siellä asumiseen. Varakkaampi väki ja lapsiperheet pyrkivät asumaan (kaupunkien läheisellä) maaseudulla. Molemmat trendit ylläpitävät liikennemääriä. (0)
<b>MAASEUTUVÄESTÖN ASEENTEET</b> Maalla asuvat ovat hyvin kiintyneitä kotiseutuunsa, ja arvostavat asumisen väljyyttä, luontoa, rauhaa ja turvallisuutta. Asumisen ja liikenteen säätelyyn suhtaudutaan varauksella. Nuorten opiskelemaan lähteneiden paluu koetaan vaikeaksi. Kolme neljästä kokee maaseutuasumisen ympäristöstävälliseksi ja lähes puolet kokee rakentamisen maaseudulle helpoksi. Kaupunkien läheisen maaseudun vahvuuksiksi koetaan palveluiden läheisyys, ydinmaaseudun vahvuuksia ovat maaseutuelinkeinot, maaseutumaisuus ja väljyys. Harvaan asutun maaseudun vahvuuksia ovat luonto, hiljaisuus ja matkailu. Ehdottomasti tärkeimpinä tekijöinä uusien asukkaiden houkuttelemiseksi asuinalueen maaseudun asukkaat pitävät luontoa ja omaa rauhaa. Toisena tulevat palvelut ja kolmantena työpaikat. Myös edullista asumista ja hyvää sijaintia/liikenneyhteyksiä pidetään vetovoimatekijöinä. Sosiaalinen pääoma ja yhteisöllisyys nähdään maaseudun vahvuutena.		Omaehtoisuus ja yrittäjyys voivat edesauttaa uusiutuvan energian käyttöönottoa. Luonnon ja rauhan arvostaminen voi heikentää varsinkin suuremman mittakaavan tuulivoiman tuotantomahdollisuuksia. (-)	Moni hakee maaseudulta omaa rauhaa ja sitä kautta ei-tiivistä asumista. (0)	Halu kohtuullisen harvaan asumiseen johtaa yksityisauton suureen tarpeeseen arjessa. (0)

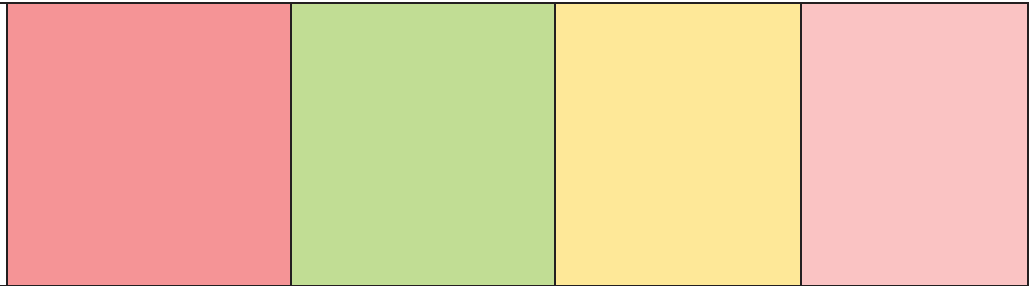


<p><b>KULUTTAJIEN ASEENTEET</b> Sekä lähi- että luomuruokaan suhtaudutaan positiivisesti. Luomua pidetään tavanomaista tuotantoa puhtaampana ja sen määrittäminen on lähiruokaa helpompaa. Lähiruoka koetaan tuottajaa kohtaan reilummaksi vaihtoehdoksi ja oman alueen taloudellinen tukeminen korostuu etenkin pienemmillä paikkakunnilla. Lähiruokaan liitetään muitakin ominaisuuksia, kuten pienimuotoisuus, jalostamattomuus, käsityöläisyys ja suomalainen työllisyys. Eläinten hyvinvointi kiinnostaa kuluttajia, mutta harvalla on sen suhteen erityisiä vaateita tai tiedontarpeita. Pk-seudulla kytköstä maaseutuun pyritään ylläpitämään ruoalla, ja ruokapiirit sekä lähituottajat ovat tärkeässä roolissa. Tällä hetkellä kasvussa ovat edulliset kauppatuotteet ja toisaalta hinnakkaammat, mutta pienimuotoiset elintarvikkeiden tuottajat. Ruokapiirin ja muiden tuottajaa kuluttajaan lähentävien palveluiden kysyntä on nousussa, mutta niiden käyttäjien osuus on yhä pieni. Maaseutumatkailun asiakkaat arvostavat luonnonläheisyyttä ja ympäristöystävällisyyttä ja näiden kuluttajien joukosta on mahdollista löytää myös suurempaa maksuhalukkuutta ympäristöystävällisille maaseututuotteille. Kotimaiset ruokatuotteet koetaan yleensä muita elintarvikkeita turvallisemmiksi ja puhtaammiksi. Energian osalta energiayhtiön paikallisuudella ja tuttuudella on merkitystä, tosin ympäristötietoiset ostavat uusiutuvaa energiaa myös kauempaa. Asuinpaikka on yhteydessä ihmisten asenteesiin, ja tiiviisti asuvat ihmiset ovat keskimäärin huolestuneempia ilmastonmuutoksesta.</p>	<p>Pienimuotoinen ruoantuotanto on tavanomaista tuotantoa tehottomampaa, mutta pienimuotoisen tuotannon volyyymi tuskin merkittävästi kasvaa. Energiansäästöön on halukkuutta, mutta toteutuneiden toimien vaikutukset ovat pieniä. <b>(0)</b></p>	<p>Positiivinen asenne uusiutuvaa energiaa kohtaan näkyy kulutuskäyttäytymisessä vain osittain. Paikallisuutta pidetään tärkeänä, mikä voi tukea lähienergian tuotantoa. <b>(-)</b></p>	<p>Pienimuotoisuuden suosio voi lisätä myös yhteistyötä lähialueen asukkaiden kesken esim. ruokapiirin tai yhteisten viljelyspalstojen myötä. <b>(0)</b></p>	<p>Kuluttajien asenne myös liikennepäästöjen vähentämiseen on myönteinen, mutta liikkumistottumukset ja auton oston kriteerit muuttuvat hitaasti. Muutoksen tueksi tarvitaan tietoa sekä erilaisista kulumuoto- että autovaihtoehdoista. <b>(0)</b></p>
---	--	---	--	---

**Taulukko 18.** Asumisen muotojen vaikutus maaseudun vähähiilisyteen.

MUUTOSTEKIJÄT	Vaikutukset kohdemuuttujiin			
	Sähkö ja lämpö	Uusiutuva energia	Asuminen	Liikenne
<b>YHTEISKUNTA JA KULTTUURI</b>				
<b>ASUMISVÄLJYYS</b> Asumisväljyys on kasvanut kaikilla seuduilla. Vaikka väestö ja työpaikat ovat vähentyneet, rakennuskanta ja infrastruktuuri ovat jääneet jäljelle. Elintason noustessa ja asumistoiveiden muuttuessa on myös kaikkialla rakennettu uutta. Myös tuotantotoiminta, palvelut, vapaa-ajan asuminen ja matkailu ovat aiheuttaneet merkittävää uudisrakentamista. Selvästi suurin osa uusista asunnoista tultaneen rakentamaan pk-seudulle ja muihin suurempiin keskuksiin vuoteen 2030 mennessä, mutta on mahdollista, että asumisväljyyden haku ja pendelöinnin kasvu johtaa asuntokysynnän siirtymiseen pois kasvukeskuksista kaupunkien läheiseen maaseutuun. On myös mahdollista, että kaupungistuminen jatkuisi entistä nopeampana, mikä voisikin johtaa asumisväljyyden pienenemiseen kaupunkiasuntojen pienuuden ja kalleuden takia.	Kasvava asumisväljyys lisää energiankulutusta, mutta jos se yhdistyy asuntokannan uudistumiseen energiatehokkaammaksi, voi vähentää päästöjä. <b>(0)</b>	Uusi pientalorakentaminen suosii tällä hetkellä erityisesti lämpöpumppuratkaisuja, vaikka bulkkisähkölämmitys on edelleen suosituin lämmitysmuoto. <b>(0)</b>	Lisää asumista erityisesti kaupunkien läheisellä maaseudulla. <b>(+)</b>	Liikenne kasvaa asumisen hajaantuessa, lisäksi ns. kakkosautot yleistyvät. <b>(+)</b>
<b>VAPAA-AJAN ASUMINEN</b> Vuonna 2007 Suomessa oli lähes 480 000 kesämökkiä. Yli 40 % mökeistä sijaitsee harvaan asutulla maaseudulla. Vapaa-ajan asutuksen alueet ovat laajentuneet paljon viimeisen 30 vuoden aikana, mutta mökkirakentaminen on kuitenkin hiipumassa. Vapaa-aikaa vietetään maaseudulla myös vuokramökeillä, matkailukeskuksissa sekä karavaanarialueilla. Uusien asumisen muotojen uskotaan lisäävän vapaa-ajan asumista ilman olennaista mökkiomistuksen lisääntymistä. Mökeille matkustetaan lähes aina henkilöautolla. Tulevaisuudessa etenkin eläkeläiset tulevat viettämään yhä enemmän aikaa mökkipaikkakunnilla ja monipaikkainen asuminen, etätö ja kausimuutto tulevat yleistymään. Keskimääräisen mökkimatkan pituus oli 118 km vuonna 2009, mediaanin ollessa 60 km. Rakennusten keskimääräinen asuinpinta-ala on 73m <sup>2</sup> . Mökeistä 90 %:lla on sähköt, ja verkkosähkön osuus on nousussa. Aurinkopaneeli löytyy 10 %:lla mökeistä ja generaattori on yhtä usealla. Lähes kaikilla mökeillä on käytössään joku lämmitys, ja senkin osalta suoran sähkölämmityksen, samoin kuin irrallisten lämmityslaitteiden määrä on nousussa. Neljäsosaa mökeistä pidetään peruslämmöllä ympäri vuoden. Tulevaisuudessa mökit tulevat olemaan yhä paremmin varusteltuja, televisio sekä astian- ja pyykinpesukoneet ovat yleistyneet. Suihku on joka viidennessä mökissä. Kesämökki on käytössä keskimäärin 75 vrk/a. Lähes 2/3 omistajista on yli 60-vuotiaita. Osallistuminen mökkipaikkakunnan elämään ja toimintaan on vähäistä. Eri selvityksissä on saatu erilaisia tuloksia halukkuudesta muuttaa mökkipaikkakunnalle, jonkin verran tähän on halua 5-20 % mökkiläisistä. Vapaa-ajan asutuksen käyttöaste voi hieman nousta etätöiden seurauksena. Vuonna 2008 mökkeilyssä liikkuvaksi rahasummaksi arvioitiin 4,5 miljardia euroa, ja sen arvioitiin kasvaneen noin miljardilla vuodesta 2003. Päivittäistavarat käsittivät tästä lähes miljardi euroa ja ra-	Vapaa-ajan asuminen lisääntyy maaseudulla, ja mökkien varustelutaso lisääntyy. Lisäksi pidetään peruslämpöä yllä vesijohtojen ym. takia. Vapaa-ajan asumisen energiankulutus kasvaa, eikä se vastaavasti vähene varsinaisen (kaupunki) asunnon osalta. <b>(++)</b>	Aurinkopaneelit ja lämpökeräimet yleistynevät, mahdollisesti myös verkkoon liitettynä. <b>(-)</b>	Vapaa-ajan asunnoissa vietettävä aika ja maalle muuttaminen eivät lisääny huomattavasti. Kuitenkin mökkipaikkakunnilla vapaa-ajan asuminen ja turismi lisäävät mahdollisuuksia vakituisten asukkaiden toimeentulolle, hidastaen maaseudun autioitumista. <b>(0)</b>	Liikenne lisääntyy eläkeläisten määrän kasvaessa, mutta se jakautuu ajallisesti tasaisemmin. Asiointi-liikennettä on paljon, koska mökit sijaitsevat usein harvaanasutuilla alueilla. <b>(+)</b>

kentäminen ja korjaaminen 900 miljoonaa euroa, samoin kuin mökkimatkat. Mökillä käytettävät tavarat käsittivät 300 miljoonaa euroa ja paikalliset palvelut 70 miljoonaa euroa, erilaiset käyttömaksut vajaa 300 milj. euroa.



## 6.7. Teknologian kehitys

Taulukkoon 19 on koottu teknologian kehityksen vaikutuksia maaseudun vähähiilisyteen. Teknologian kehitys tulee vaikuttamaan etenkin energiatehokkuuden kehittymiseen koneissa, laitteissa ja rakennuksissa. Uudisrakentamisen myötä rakennuskannan energiatehokkuus vähitellen paranee ja rakennuksissa voidaan saavuttaa jopa nolla- tai plusenergiataso. Yleisesti energiatehokkuuden kasvua hidastaa kuitenkin puutteellinen tietotaito niin kotitalouksissa kuin yrityksissäkin, sekä joissain yrityksissä niiden kulttuuri ja toimintatavat, joiden muuttaminen on hidasta.

Tähän mennessä kotitalouksien energiankulutus on kasvanut lämmityksen tehostumisesta huolimatta, mihin vaikuttaa mm. asumisväljyyden kasvu ja mökkien talvilämmitys. Aivan viime vuosina kokonaiskulutus on kuitenkin kääntynyt laskuun. Puulämmityksen vähentyessä sähkön käytön merkitys lämmityksessä kuitenkin kasvaa. Ilmaston kannalta on siis tärkeää tarjota uusiutuvalla energialla tuotettua sähköä, jotta puunkäytöstä ei siirrytä fossiiliseen energiaan.

Myös henkilöliikenteen energiankäyttö on kasvanut liikenteen määrän kasvaessa, vaikka energian käyttö on tehostunut silläkin sektorilla. Tavaraliikenteen energiankäytön kasvu pysähtyi toistaiseksi taantuman alkaessa, mutta sen energiatehokkuus on heikentynyt viime vuosina. Liikenteessä tullaan tulevaisuudessa käyttämään laajemmin vaihtoehtoisia käyttövoimia kuten sähköä. Myös uudet energialähteet ovat tulevaisuudessa suuremmissa roolissa, kun fossiilille polttoaineille etsitään vaihtoehtoja. Tällä hetkellä ja lähitulevaisuudessa liikenteen päästöjen vähentyminen perustuu kuitenkin pitkälti polttomoottoreiden kehittämiseen. Raskaan liikenteen, bussien, junien ja lentokoneiden ominaispäästöjä on pystytty alentamaan, osin teknologian ja osin ajotavan ja logistiikan parannuksilla. Polttoaineen kulutuksen uusissa henkilöautoissa arvioidaan vähenevän jopa puoleen vuoteen 2030 mennessä.

Teollisuudessa merkittävimmät kulutusmuutokset syntyvät uusista läpimurtotekniikoista ja teknologiamuutoksista. Palveluiden energiankulutus on kasvanut vuosittain jo parinkymmenen vuoden ajan ja niiden energiatehokkuus on pysynyt vakaana.

Vaikka energiatehokkuus siis lisääntyy asumisen, liikenteen ja teollisuuden osalta, energiatehokkuuden kehittyminen ei kuitenkaan vielä itsessään välttämättä vähennä hiilipäästöjä. Tehokkuuden kasvaessa ja energian kustannusten laskiessa kulutus ja sen mukana kuormitus ohjautuu nimittäin usein muualle. Energiatehokkuuden rinnalla on siis äärimmäisen tärkeää kehittää uusiutuvaa energiaa hyödyntäviä teknologioita ja biopolttoaineita.

Puu on keskeinen raaka-aine uusiutuvan energian tuotannossa ja muutkin uusiutuvan energian tuotantotavat ovat kasvussa. Myös muiden biomassojen käyttö tulee yleistymään energian- ja lämmöntuotannossa, mutta jakeluverkko vaatii jatkuvaa kehitystä. Vaihtoehtoiset energialähteet kuten tuuli- ja aurinkovoima vaativat energijärjestelmien joustavuuden lisääntymistä ja myös hiilen talteenotto ja varastointi eli CCS -teknologioiden kehitys on vielä epävarmaa. Ydinvoima onkin tarkasteluajanjaksolla keskeinen energianlähde, tuuli- ja aurinkovoiman kattaessa tuotannosta maksimissaan viidenneksen. Arvion mukaan suurin osa kotitalouksien käyttämästä sähköstä ja rakennusten energiankulutuksesta on kuitenkin mahdollista saada hiilivapaaksi vuoteen 2050 mennessä.

Teknologian ja verkkoyhteyksien ansiosta myös haja-asutusalueilla pystytään tarjoamaan monipuolisesti erilaisia kauppa- ja tietopalveluita. Muidenkin palveluiden siirtäminen mahdollisuuksien mukaan verkkoon on välttämätöntä kunnollisen palveluverkoston takaamiseksi väestöltään harveneilla seuduilla. Innovatiiviset ja asiakasta aidosti palvelevat verkkopalvelut voivat myös muilla seuduilla vähentää asiointimatkojen tarvetta ja yksityisautoilua. Henkilöliikenteen arvioidaan kuitenkin lisääntyvän huomattavasti, aktiivikäisten eläkeläisten määrän noustessa ja automäärän kasvaessa. Tavaraliikenteen arvioidaan lähes puoli-toistakertaistuvan vuoteen 2050 mennessä. Yksityisen liikkumisen järjeistäminen maaseudulla vaatiikin verkkoyhteyksien ja verkkopalveluiden lisäksi kimpakyyti- ja taksipalveluiden, naapuriavun ja kutsujoukko-liikenteen kehittämistä ja mahdollisesti niiden yhdistämistä tavaraliikenteeseen.

Liikenteen kasvu edellyttää myös teiden kunnostamista. Vaikka asutus vähenee ja liikenne harvenee, on tieverkko edelleen laajasti käytössä mökki- ja metsäteollisuusliikenteen ansiosta. Tieverkon kunto aihe-

uttaa kuitenkin jo nyt ongelmia harvaanasutuilla seuduilla ja rajalliset resurssit ohjaavat edelleen tinkimään kunnossapidosta. Etätöiden ja erilaisten verkkopalvelujen mahdollistamiseksi sekä monipaikkaisten asukkaiden tarpeiden tyydyttämiseksi tietoliikenneyhteyksien kehittyminen on välttämätöntä.

Puupohjaiset biopolttoaineet voivat tuoda ratkaisun raskaan liikenteen polttoainepulmaan. Biokaasua voidaan myös käyttää siihen soveltuviissa liikennevälineissä, joita on jo markkinoilla, ja jotka ovat vain hie- man bensiinikäyttöisiä autoja kalliimpia. Toistaiseksi kaasun tuotanto ylittää kysynnän. Kaasua tuotetaan ennen kaikkea viemäri- ja kaatopaikkajätteestä. Lisäksi potentiaali tuottaa sitä lannasta, nurmesta, teuras- jätteestä ja muista maatalouden ylijäämämateriaaleista on huomattava, mutta sen kuljettaminen pitkiä matkoja ilman kaasuputkea on kannattamatonta.

Sähköautojen kohdalla on tapahtunut selvää kehitystä, mutta ne ovat edelleen kalliita suhteessa polt- tomoottorilla toimiviin autoihin. Sähköautojen leviämiseksi kehitystä kaipaa etenkin akkutekniikka, akkujen lataamisaika ja käyttösäteen pidentäminen. Hidasteena ovat myös Suomen kylmät talvet, jotka edellyttävät autojen lisälämmittämistä. Siksi plug-in-hybridit eli autot, joissa on sekä sähkö- että polttomoottori ja mah- dollisuus akkujen lataamiseen, saattavat olla realistisin ja nopeimmin leviävä vaihtoehto Suomessa. Myös vetyautoja on vähitellen tulossa markkinoille, mutta ne eivät tarjoa sähköautoa halvempaa vaihtoehtoa. Molempien teknologioiden hinta pudonnee kuitenkin rajusti uusien innovaatioiden ja sarjavalmistuksen myötä. Vetyautojen toimintasäde on huomattavasti sähköautoja suurempi ja tankkaaminen nopeaa, joskin vetyjakeluverkko puuttuu vielä käytännössä kaikkialta maailmassa. Molempien ilmastovaikutukset riippuvat siitä, miten niiden käyttämä energia tuotetaan. Yleistyvistä teknologiasta riippumatta autokannan uusiu- tuminen on Suomessa melko hidasta, sillä autoja käytetään pitkään. Autojen teknologiset parannukset ja käyttövoiman muutokset näkyvät siis hiilipäästöissä viiveellä. Autokannan uudistumista voidaan kuitenkin pyrkiä vauhdittamaan esimerkiksi poliittisin keinoin.

**Taulukko 19.** Teknologian kehityksen vaikutukset maaseudun vähähiilisyteen.

TEKNOLOGIA	Vaikutukset kohdemuuttujiin			
	Sähkö ja lämpö	Uusiutuva energia	Asuminen	Liikenne
<p><b>MUUTOSTEKIJÄT</b></p> <p><b>ENERGIATEHOKKUUS</b> Suomessa olennaista on tilan ja veden lämmitys. Kotitalouksien energiankulutus on kasvanut lämmityksen tehostumisesta huolimatta. Rakennuskannan uudistuminen (1-2 % vuodessa uudisrakennusten ja saman verran remonttien kautta) pienentää rakennusten energiankulutusta 20–50 % vuoteen 2050. Omakotitalojen osuus energiankulutuksesta on noin 30 %. Sähkön merkitys lämmityksessä kasvaa. Henkilöliikenteen energiankäyttö on kasvanut, vaikka energiankäyttö on tehostunut. Ajokilometrikohtaisen energiankulutuksen arvioidaan laskevan toistakymmentä prosenttia vuoteen 2030 mennessä ja ominaiskulutuksen alenevan noin 25–60 % vuoteen 2050. Teollisuudessa läpimurtotekniikat ja teknologiamuutokset ovat keskeisiä. Maatalouden energiankulutus oli 12TWh vuonna 2007 ja vähentynyt 10 % vuodesta -95. Se tehostuu jatkossa, mutta sähkönkulutus kasvaa. Kansallisen energiatehokkuuden toimintasuunnitelmassa tavoitellaan 50 TWh:n vähennystä energiankulutuksessa vuoteen 2020.</p>	<p>Uusien rakennusten energiatehokkuus on korkea, myös lämmitysjärjestelmien ja sähkölaitteiden tehokkuus kasvaa. Rakennuskannan uudistuessa hitaasti, energiantarve vähenee hitaasti. (-)</p>	<p>Energiatehokkaiden laitteiden sähköntarve on helpompi tyydyttää esim. aurinkopaneeleilla märkeillä. (0)</p>	<p>Erialaisten kodinkoneiden energiatehokkuus paranee, mutta todennäköisesti sähkölaitteiden määrä lisääntyy ja niitä hankitaan yhä enemmän myös kakkosasuntoihin. (0)</p>	<p>Lähi vuosina liikenteessä kehitys painottuu energiatehokkuuden lisääntymiseen. Autot kuluttavat vähemmän. Kokonaiskulutus ei välttämättä vähene, mikäli liikenne lisääntyy, mutta vähennyspotentiali energiatehokkuutta lisäämällä on suuri.(-)</p>
<p><b>ENERGIATEKNOLOGIAT</b> Puu on keskeinen raaka-aine uusiutuvan energian tuotannossa ja muutkin uusiutuvan energian tuotantotavat ovat kasvussa. Turpeeseen perustuvaa energiantuotantoa vähennetään ja korvataan muilla energiantuotantomuodoilla. Ydinvoima kattaa 31–53 % energiantuotannosta v.2050. Arvion mukaan 85–100 % kotitalouksien sähköntuotannosta on mahdollista saada hiilivapaaksi vuoteen 2050 mennessä, ja CCS-tekniikan avulla teollisuudessakin voitaisiin yltää 80 % hiilivapaaseen energiaan. Nyt energiaintensiivisen teollisuuden energiansäästöpotentiali on 10–30 % verrattessa parhaimpaan saatavilla olevaan teknologiaan. 85–95% rakennusten energiantuotannosta voi olla hiilivapaata 2050 mennessä. Bioenergian jakeluverkko vaatii jatkuvaa kehitystä ja vaihtoehtoiset energialähteet vaativat energiajärjestelmien joustavuuden kasvua. Vuoteen 2030 mennessä ennustetaan energiankulutuksesta 37–45 % olevan uusiutuvaa energiaa, vuonna 2010 vastaavan osuuden ollessa noin 29 %.</p>		<p>Uusiutuvan energiantuotanto kasvaa teknologian parantuessa ja halventuessa. Uusiutuvan energian tuottamisen helppous pienimuotoisesti ja esim. bio-kaasulaitosten kehittyminen lisää paikallisten ja jopa talokoh- taisten pienvoimaloiden määrää (- -)</p>	<p>Lähienergiaratkaisut ja edulliset pienenergiatuotannon tavat voivat lisätä oman sähkön tuottamista. Se voi tuoda lisätulonlähteen maaseutualueisiin ja suojata sähköverkkojen häiriöiden vaikutuksilta. (-)</p>	<p>Etenkin alkuvaiheessa, ennen teknologian kehityksen tuomaa tehostumista uusiutuvan energian tuotannossa, bioraaka-aineita tullaan tarvitsemaan runsaasti ja se lisää kuljetuksia. Tosin samalla turpeen ja fossiilisten polttoaineiden kuljetukset vähenevät. (+)</p>

	<p><b>INFRASTRUKTUURI</b> Henkilöliikenteen arvioidaan lisääntyvän aktiivikäisten eläkeläisten määrän noustessa. Kotimaisen tavaraliikenteen arvioidaan lisääntyvän lähes 50 % nykyisestä. Vaikka maaseudun asutus vähenee ja liikenne harvenee, on tieverkko edelleen laajasti käytössä. Harveneva liikenne ohjaa tinkimään kunnossapidosta ja jo nyt verkoston huono kunto aiheuttaa paikoin ongelmia. Raideliikenne tuskin kasvaa merkittävästi maaseudun osalta. Yksityisen liikkumisen järjeistäminen maaseudulla vaatii uusia joukkoliikennetkaisuja ja verkkopalveluita. Tietoliikenneyhteyksien kehittyminen on välttämättöntä ja sähköverkkojen luotettavuuteen panostetaan. Liikenne- ja viestintäministeriö pyrkiiin saamaan nopeat langattomat laajakais-tayhteydet 99 %:lle suomalaisista vuoteen 2019 mennessä. Paikallisen energiantuotannon lisääntyminen ja paikallisverkot saattavat parantaa sähkösaannin luotettavuutta. Rakennuskanta muuttuu tulevaisuudessa hitaasti hiilineutraalimmaksi. Jätehuollon järjestäminen vaatii kuljetuksia, mutta hyvä jätehuolto voi vähentää ilmasto-päästöjä suoraan sekä tuottaa raaka-ainetta energiantuotantoon. Jäteveden käsittely tehdään maaseudulla usein kiinteistökohtaisesti, mutta varsinkin taajamissa jätevesien käsittely voidaan mahdollisesti yhdistää esim. biokaasun tuotantoon.</p>	<p>Paikallisia sähköverkoja saattaa syntyä sähkösaannin varmistamiseksi ja siirtomaksujen vähentämiseksi. Tuotannon perustuminen paikallisiin uusiutuviin energialähteisiin vähentää päästöjä (-)</p>	<p>Paikallinen, uusiutuvaan perustuva sähköntuotanto voi lisääntyä halusta varmistaa sähkönsaanti tai aluetalouden hyvinvointi. Biokaasun tuotanto lisääntyy, mikäli energialle on kysyntää esim. läheisissä tuotantolaitoksissa. Jätehuollonormit kiristyvät, mikä voi lisätä energiantuotannon raaka-aineita. (-)</p>	<p>Tieverkon rapautuminen, auroksen vähentyminen, tienhoidon kustannusten kohdistuminen maaseudun asukkaille ja puuttuvat tietoliikenneyhteydet edesauttavat maaseudun autioitumista. (0)</p>	<p>Liikenne lisääntyy. Tieverkko heikkenee ja liikenne keskittyy. Moottoriteiden lisärakentaminen lisää nopeuksia ja siten päästöjä. Raideliikenteen mahdollisuudet maaseudulla vähenevät, biomassojen kuljetuksella sillä on kuitenkin merkitystä. Laajakaistat mahdollistavat etäpalvelut ja verkkokauppa-asiointin, joiden käyttö voi vähentää asiointimatkoja. (+)</p>
<p><b>LIIKENTEEN TEKNOLOGIAT</b></p>	<p><b>LIIKENTEEN TEKNOLOGIAT</b> Autoteknologia on kehittynyt vähäpäästöisemmäksi. EU-tavoite on laskea autojen ominaispäästöt keskimäärin alle 100 gCO<sub>2</sub>/km:n vuoteen 2020 mennessä. Henkilöliikenne lisääntyy n.80 000 milj. henkilökilometristä n. 100 000:een v. 2050 mennessä. Polttoaineenkulutus vähenee arvion mukaan 50 % vuoteen 2030 mennessä uusissa autoissa. Raskaan liikenteen hiilipäästöjen vähentäminen on vaikeampaa, mutta mahdollista. Muita innovaatioita ovat mm. sähköavusteiset pyörät, sähkömopot ja lennokikuljetukset. Tällä hetkellä liikenne vastaa 20 % Suomen kasvihuonekaasupäästöistä, vuoteen 2030 mennessä energiamuotojen monimuotoisuus lisääntyy, teknologia kehittyy ja energiankulutuksen arvioidaan vähenevän 5-25 % liikennesektorilla. Henkilöautojen kulutus siirtyy entistä vahvemmin biodieseliin ja dieseliin. 2050 mennessä 70–80 % liikenteeseen käytetystä energiantuotannosta arvioidaan olevan hiilivapaata.</p>			<p>Mikäli liikenteen teknologioiden kehitys on erityisen nopeaa esimerkiksi ajotietokoneiden osalta, se voi jopa lisätä työmatka-autoilun houkuttelevuutta ja siten osaltaan kannustaa myös pidempiin työmatkoihin ja sitä kautta asumiseen maaseudulla. (0)</p>	<p>Liikenteen teknologioiden suhteen on epävarmaa, mikä energiamuoto tulee vakiintumaan. Autokanta kasvaa, mutta muuttuu koko ajan vähäpäästöisempään suuntaan. Taloudellinen ajotapa vähentäisi päästöjä kaikissa liikennemuodoissa. (- -)</p>

<b>LIIKENTEEN TEKNOLOGIAT</b>	<p><b>BIOPOLTTOAINEET (KOTIMAISET)</b> Suomessa alle 10 % liikenepolttoaineista on biopohjaisia, osuutta korotetaan EU-säädösten mukaisesti vuosittain vuoteen 2020. Osuus perustuu vielä suurelta osin tuontietanoliiniin. Pyrkimys on lisätä kotimaisten biopolttoaineiden tuotantoa. Puupohjaiset biopolttoaineet voivat tuoda ratkaisun raskaan liikenteen polttoainepulmaan. Potentiaali tuottaa biokaasua on huomattava, mutta kaasua ei kannata kuljettaa kovin pitkiä matkoja, ellei sitä varten ole olemassa kaasuputkea. Sen suurin potentiaali lieneekin kaupunkien läheisellä maaseudulla. Esimerkiksi Helsingin seudulla arvioidaan potentiaaliksi noin 450 GWh/a, mikä riittäisi 5 %:lle alueen henkilöautoista. Lisääntyvä biopolttoaineiden jalostus lisää jonkin verran kuljetusliikennettä. Biopolttoaineiden tulevaisuus riippuu suurelta osalta tuotannon kestävydestä ja poliittisesta halusta tukea sitä rahallisesti tai kiintiöin. Toistaiseksi nestemäiset biopolttoaineet ovat kalliimpia kuin fossiiliseen öljyyn perustuvat ja niiden lisääntyvä käyttö voi nostaa polttoaineen hintoja. Vuoteen 2050 mennessä 40 % liikenteen energiasta voi tulla biopolttoaineista. Lisääntyvä biopolttoaineiden käyttö vaikuttaa sekä metsän että energiakasvien tuotantoon.</p>		Biopolttoaineiden käyttö lisääntyy, etenkin biokaasulle syntyy lisää markkinoita, joka lisää sivuvirtojen hyödyntämistä ja/tai esim. nurmentuotantoa. (- -)		Liikenteen päästöt vähenevät polttoaineiden muuttuessa vähäpäästöisemmiksi. (- -)
	<p><b>UUDET KÄYTTÖVOIMAT LIIKENTEESSÄ JA TYÖKONEISSA</b> Sähköautojen on vielä kehityttävä yleistyäkseen. Myös tarve lämmittää autoja talvella hidastaa sähköautojen leviämistä, koska se saattaa vaatia niihin erillisen moottorin. Plug-in-hybridit eli autot, joissa on sekä sähkömoottori ja pistokkeesta ladattava akku että polttomoottori, saattavat olla realistisiin ja nopeimmin leviävä vaihtoehto Suomessa. Vetyautot ovat tulossa markkinoille, mutta ne ovat yhtä kalliita kuin sähköautot ja vedyn jakeluverkko puuttuu. Molempien teknologioiden hinta pudonnee rajusti jatkossa ja niiden ilmastovaikutukset riippuvat siitä, millä sähkö tai vety tuotetaan. Liikenne- ja viestintäministeriön asettama työryhmä esitti v. 2013 tavoitteeksi, että kaikki uudet rekisteröitävät henkilöautot vuonna 2030 olisivat vaihtoehtoisten polttoaineiden tai käyttövoimien käyttöön soveltuvia. Myös mm. raskaassa tieliikenteessä, maatalouden koneissa sekä laiva- ja veneilyliikenteessä lisätään vaihtoehtoisia polttoaineita ja käyttövoimia.</p>	Sähköautojen lisääntyminen merkitsee sähkönkulutuksen lisääntymistä (+)			Haja-asutus ei vielä suosi sähköautoja lyhyehkön käyttöäteen vuoksi. Uudet käyttövoimat kuitenkin vähentävät päästöjä kokonaisuudessaan ja yleistyvät, mutta aluksi hitaasti. (-)



## 6.8. Ympäristö ja aiemmin esiteltyt skenaariot 1 ja 3

Ilmastonmuutos todettiin jo aiemmin megatrendiksi, jolla on suurta merkitystä mm. energiapolitiikkaan. Tässä on tarkasteltu ilmastonmuutoksen suoria vaikutuksia. Ilmastonmuutos merkitsee Suomessa esim. lämmitystarpeen vähenemistä, mikä vähentää energiantuotannon päästöjä.

Myös muutoksen mukanaan tuomat sateet ja myrskyt voivat vaikuttaa energiantuotannon kehittymiseen. Paikalliset energiantuotantoratkaisut eivät ole yhtä haavoittuvia, eivätkä rikkoutuessaan jätä yhtä suurta käyttäjäkuntaa ilman sähköä. Lähienergiaratkaisujen yleistyminen vaatii kuitenkin muutoksia myös poliittisella tasolla. Tällä hetkellä pienenergiantuotantoa hankaloittavat muun muassa lupa- ja verotuskäytännöt.

Ilmastonmuutoksen kanssa samassa taulukossa 20 on esitettyinä skenaarioiden 1 ja 3 vaikutukset valittuihin kohdemuuttujiin. Skenaariot 1 ja 3 ovat itsessään vähähiilisyttä kohti meneviä maatalouteen keskittyviä skenaarioita, joilla voi kuitenkin olla vaikutuksia myös maaseudun päästöihin laajemmin. Tarkemmat kuvaukset skenaarioista löytyvät tämän raportin luvuista 2 ja 4.

**Taulukko 20.** Ilmastomuutoksen ja skenaarioiden 1 ja 3 vaikutukset maaseudun vähähiilisyteen.

MUUTOSTEKIJÄT	Vaikutukset kohdemuuttujiin			
	Sähkö ja lämpö	Uusiutuva energia	Asuminen	Liikenne
<b>YMPÄRISTÖ</b>				
<b>ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUKSET</b> Ilmastomallit ennustavat melko yhdenmu- kaista kehitystä noin vuoteen 2040 asti, sitä pidemmällä aikavälillä kehitys riippuu paljon päästöjen toteutumisesta. Etenkin talvilämpötilat kohoavat, sateet lisäänty- vät ja tulevat useammin vetenä. Lumi peittää maan lyhyemmän ajan ja lumipeite ohenee, myös routaa on vähemmän. Itämeren jääpeite supistuu. Lauhojen ja sa- teisten talvien aikana maaperän kantavuus on huono. Syksyllä ja talvella tuulee hieman nykyistä navakammin. Talvista tulee entistä pimeämpiä lumipeitteen puut- tumisen ja sateisuuden takia. Rankkasateiden oletetaan voimistuvan enemmän kuin keskimääräisten sateiden. Kesällä hellejaksot yleistynevät ja poutajaksot saat- tavat jopa pidentyä. Kaikkein korkeimmat lämpötilat todennäköisesti kohoavat. Kasvukausi pidentyy ja muuttuu lämpimämmäksi. Suomenlahdella vedenkorkeus saattaa kääntyä nousuun ja Perämerellä meri vetäytyy entistä hitaammin.	Lämmitystarve laskee talvella, ilmastonin merkitys kasvaa kesällä, valaistukseen pitää ehkä panostaa enemmän. (-)	Kasvukausi pitenee, mikä tehostaa bioenergian tuot- antoa. Sään ääri-ilmiöt lisäävät sähköverkon haa- voittuvuutta. Hajautetun energiatuotannon kysyntä kasvaa energian hinnan nousussa ilmastopolitiikan seurauksena ja ihmisten pyrkimässä vähentämään omaa ilmastokuormitustaan. (- -)	Tulvariskit ohjaavat asutuksen sijoittumista. Lumiturismi lisännee suosiotaan lumirajan siirtyessä pohjoisemmaksi, mikä lisää toimeentulomahdol- lisuuksia Pohjois- ja Itä- Suomessa. (0)	Ilmastomuutokseen varautuminen lisää väylien rakentamisen ja ylläpidon kustannuksia ja etenkin talvella päällystämättömien teiden kunto on huono. Myös metsien hoito ja puunkero hankaloituu talvisin. Ilmastomuutos saattaa lisätä turismia Suomessa ja Suomeen. (+)
<b>SKENAARIO 1</b>				
<b>MAATILAT ENERGIAN TUOTTAJINA</b> Maatilat ryhtyvät energian tuottajiksi. Kesän- nolla olevaa maata valjastetaan muun maa-alan kanssa yhteensä 400 000 ha pelto- pohjaiseen biomassatuotantoon (käytettäviä biomassoja ovat esim. ruokohelpi, huonolaatuinen vilja, nurmi ja korjuutähteet). Lisäksi toisen sukupolven biopoltto- aineiden raaka-aineen viljelemiseksi valjastetaan lisämaata niukkakasvuista ja karuista maa-aloista. Maatilarakennuksissa ja maatilojen yhteiset biokaasulaitokset yleistyvät. Maatilarakennuksissa hyödynnetään hybridijärjestelmiä lämmön- ja sähköntuotannossa (esim. lämpöpumput, aurinko- ja esim. puupohjaiset ratkaisut). Maatilojen konekanta valjastetaan biopolttoainekäyttöisiksi (biokaasu, biodiesel).	Energian kulutus ei muutu, mutta maatilat ja maaseu- tu tulevat omavaraisem- miksi energian suhteen. (0)	Uusiutuvan energian tuotan- to on skenaariossa keskeis- tä. (- -)	Maaseudulle tulee uusia tulon- lähteitä ja energiakustannukset jäävät suuremmissa määrin alueelle. Tämä voi hidastaa autioitumista. (0)	Biomassan tuotanto lisään- tyy, mikä lisää kuljetuksia. Biopolttoaineita, kuten biokaasua voidaan myydä myös ulkopuolisille, mutta päästöjen väheneminen riippuu polttoaineiden tuotannon tehokkuudesta ja hiilitaseesta. (+)
<b>SKENAARIO 3</b>				
<b>LIHANTUOTANNON VÄHENYMINEN SUOMESSA</b> Skenaariossa oletetaan 30 % vähennys lehmien ja sikojen määrässä vuoteen 2030 mennessä. Vastaavasti lihan tuonti lisääntyy, sillä kulutus säilyy ennallaan. Laidunmaan tarve vähenee noin 200 000 ha ja viljelysmaan tarve noin 150 000 ha. Käyttämättä jääneet laidun- ja vilje- lymaat metsitetään, jolloin hiilinielujen määrä jonkin verran lisääntyy. Myös lan- noitteiden tarve vähenee.	Tuotantoyksiköt vähene- vät (- -)	Puupohjaisille energialäh- teille on enemmän maa-ala- metsityksen takia. Toisaalta lannan määrä ja mahdolli- suus sen hyödyntämiselle mm. energiana ja keinolan- notteiden korvaajana vähe- nee. (-)	Maaseutu autioituu yhä nope- ampaan tahtiin ja väestö pai- nottuu keskuksiin, jotka ovat energiatehokkaampia (mm. uudisrakentaminen). (-)	Liikennetarpeet vähenevät eläinkuljetusten osalta, mutta kylmäkuljetukset ulkomailta lisääntyvät. Metsäteollisuuden ja uusiu- tuvan energian raaka- aineiden kuljetukset lisään- tyvät jonkin verran. (0)

## 6.9. Vähähiilisyttä edistävät innovaatiot

Oheiseen taulukkoon 21 on kerätty erilaisia vähähiilisyttä edistäviä mahdollisia innovaatioita ja jo olemassa olevia teknologioita tai palvelumuotoja, joiden kehittyminen edistäisi hiilipäästöjen vähentymistä.

Lista ei tietenkään ole tyhjentävä, vaan pyrkii esittelemään erityyppisiä innovaatioita. Innovaatiot on jaettu energia-, liikenne- ja muihin innovaatioihin. Erilaisia innovaatioita ja ratkaisutapoja karottaessa oli selkeästi havaittavissa, että energian ja liikenteen ratkaisuilla on suurin potentiaali vähähiilisyden edistämiseksi. Lisäksi on olemassa erilaisia muita teknologioita tai palveluihin liittyviä toimia, joilla voidaan vauhdittaa kasvihuonekaasupäästöjen vähenemistä.

**Taulukko 21.** Erilaisia vähähiilisyttä edistäviä innovaatioita.

MUUTOSTEKIJÄT	Innovaatiot edistämässä vähähiilisyttä		
	ENERGIA	LIIKENNE	MUUT
<b>POLITIIKKA JA OHJAUS</b>			
Energiapolitiikka	Politiikan tueksi tarvitaan uusia palveluinnovaatioita. Maaseudulla uudisrakentaminen on vähäistä, mutta nykyisten rakennusten energiatehokkuuden parantaminen esimerkiksi tehokkaammilla tulisijoilla, lähienergiaratkaisuilla ja hukkalämmön hyödyntämisessä esim. kotiviljelyn yhteydessä voivat vähentää myös maaseudun asumisen hiilipäästöjä. Viherkattojen käyttö lämmöneristäjinä ja ilmanlaadun parantajina on yksi tapa lisätä viherpinta-alaa ja samalla säästää energiaa.	Liikenteen järjestäminen etenkin autioituvalla maaseudulla vaatii paitsi poliittista ohjausta myös uusia teknologisia tai palveluinnovaatioita. Tässä älykkäät ajoneuvot, tavara- ja henkilöliikenteen yhdistäminen, internetpalveluiden kehittymisen ja erilaiset kimpakyytipalvelut voivat tuoda osaltaan ratkaisuja ongelmaan.	Kierrätys on edelleen yksityishenkilöille haastavaa ja erilaiset teknologiset ratkaisut jätteen kierrätyskelpoisten komponenttien erottelun helpottavat jätteenkäsittelyn ongelmia.
Liikennepolitiikka			
Kaavoituspolitiikka			
Jättopolitiikka			
Muu rakentamisen ohjaus			
<b>TALOUS</b>			
Elinkeinorakenne maaseud.	Energian hinnan noustessa energiänsäästötekniikan markkinat kasvavat. Esim. kotitalouden laitteita ohjaava järjestelmä, joka seuraa sähkön hintaa ja ohjaa sen mukaan kulutusta.	Raaka-aineiden kuljetukset voivat tehostua logistiikan älyratkaisuilla. Etätyöskentely tehostaa erilaisten kuljetuspalveluiden toteuttamista päiväsaikaan, kun kysyntää on enemmän. Esim. päivittäistavarat voidaan tilata verkkokaupasta sen sijaan, että haetaan itse työpäivän jälkeen. Myös mahdolliset uudet julkiset palvelut tulevat kannattavammiksi ja tehokkaammiksi, kun palvelujen hyödyntäjien määrä kasvaa. Älykkäät ajoneuvot voivat auttaa kimpakyytien ja julkisen liikenteen järjestämisessä.	Metsien lisääntyessä myös hiilinielujen määrä kasvaa. Jos metsäsertifioinnit lisääntyvät, myös suojeltujen alueiden ja lahopuun määrä kasvaa, mikä lisää biodiversiteettiä. Verkkokaupan kehittyminen voi vähentää hävikkiä ja kuljetuksia ja toisaalta siirtää maaseuduilla tuotteet kaupoista varastotiloihin.
Työllisyys ja työpaikat			
Kaivosteollisuus			
Metsät			
Maaseutuyrittäjyys			
Etätyö			
Pendelöinti			
Energian saatavuus ja hinta			
Logistiikka ja rahti			
Logistiikka ja rahti			
<b>YHTEISKUNTA JA KULTTUURI</b>			
Väestönkehitys	Energiaratkaisuihin liittyen tarvitaan Avaimet käteen -tyylisiä palveluja, jotka tarjoavat tietoa eri mahdollisuuksista ja hoitavat lupa- ja asennuspalvelut, jotta lähienergian tuottamisen aloittaminen on yksityishenkilölle helppoa.	Maaseudun palvelujen järjestämiseksi tarvitaan innovaatioita liikkuvista palveluista ja kimpakyydeistä. Kotiinkuljetuksella toimitetut ruoat, lääkkeet, postit ym. vaikka joka toinen päivä vähentävät asiointiliikennettä. Sähköavusteiset polkupyörät voivat lisätä pyöräilyä. Mikäli erityisesti kaupunkien läheiselle maaseudulle saadaan paikallisjunaliikennettä, se voi lisätä julkisen liikenteen käyttöä.	Vero- ja tukipolitiikka voi edistää vähähiilisiä ratkaisuja. Pienillä paikkakunnilla yhteisöllisyys voi edistää esim. kimpakyytien, erilaisten lähipalvelujen kehittymistä. Kilpailukykyä pientuottajille lisäävät tuottajien tuotteita kokoavat nettisivut, jolloin logistiikka tuottajilta asiakkaille hoidetaan tehokkaasti ja edistetään paikallisen tuotannon kysyntää. 3D-tulostus paikan päällä voi
Ikääntyminen			
Aluekehitys			
Maaseudun palvelurakenne			
Asenteet			
Päättäjien asenteet			
Kaupunkilaisten asenteet			
Maaseutuväestön asenteet			
Kuluttajien asenteet			

Asumisen muodot		Lisäksi tarvitaan uusia palvelukonsepteja yhä helpompiin yhteis- ja vuokra-autokäytäntöihin, mm. liityntämatkoja tai satunnaisia mökki-reissuja varten. Tavaroiden ja ihmisten yhteiskuljetukset ja erilaiset kimpakyydit voivat toimia julkisen liikenteen vaihtoehtona.	vähentää pienten kuljetuserien tarvetta. Vanhoihin kouluihin tai muihin vapautuviin tiloihin voi sijoittaa palvelukeskus, jossa esim. kiertävät terveys- ja sosiaalipalvelut ym. sekä tukea verkkopalvelujen käyttöön. Ruokatilauspalvelut voivat vähentää liikennettä kun kaupat katoavat kauemmas.
Asumisväljyys			
Vapaa-ajan asuminen			
Kulkumuotojakauma			
<b>TEKNOLOGIA</b>			
Energiatehokkuus	Energiateknologiat kehittyvät jatkuvasti. Pienimuotoisen energiantuotannon käyttöönottoa ja integrointia jakeluverkkoihin voidaan edistää paremmalla säätelyllä. Uudet liiketoimintamuodot ja markkinointitavat voivat edesauttaa UE:n tuotantoa.	Älykkäät ajoneuvot voivat auttaa myös kimpakyytien ja julkisen liikenteen järjestämisessä. Ajoneuvot saavat kyytiä tarvitsevien sijainnin ja pystyvät laskemaan optimaaliset reitit ja ilmoittamaan tarkat saapumisajat. Myös liikenteessä pienenergiantuotantoratkaisut ovat mahdollisia, esim. aurinkopaneelilla auton akun lataaminen tai lähellä tuotetun biokaasun käyttö. Uudet työkonet alkavat olla biopolttoaineille soveltuvia tai hybridikäyttöisiä. Vedyntuotanto kehittyi.	
Energiateknologiat	Tuulisähköstä tuotetaan vetyä, josta muokataan hiilidioksidin kanssa metaania, jonka varastointi ja kuljettaminen on helpompaa. Erilaiset innovaatiot, kuten ajantasaisesti kelirikot ja ruuhkat huomioivat navigaattorit voivat tasoittaa tieverkon ongelmakoh- tia.		
Infrastrukturi			
Liikenteen teknologiat			
Biopolttoaineet (kotimaiset)			
Uudet käyttövoimat			

## 6.10. Johtopäätökset

Kuten kokoomataulukko 13 osoittaa, potentiaalia vähentää hiilidioksidipäästöjä on huomattavan paljon. Sitä tarkastellessa on kuitenkin muistettava, että arviot eivät ole siinä mielessä yhteismitallisia, että esim. yksi vaaleanvihreä hieman vähenevien päästöjen kohta täysin kumoaisi yhden vaaleanpunaisen hieman lisääntyvien päästöjen kohdan. Kyse on vain suunnista ja suuruusluokista. Lisäksi on huomattava, että muutostekijä voi aiheuttaa samankin kohdemuuttujan kohdalla sekä päästöjä lisäävää että vähentävää vaikutusta, ja esitetty arvio on aina epävarma. Silti yleisenä johtopäätöksenä voidaan todeta, että maaseudun kehitystä vähähiilisempään suuntaan tukee moni muutostekijä, ja kehitys näyttää olevan parempaan suuntaan.

On samalla muistettava, että vaikka monet tekijät saattavat taulukossa olla merkittyinä hiilipäästöjä vähentäviksi tekijöiksi, ne ovat samalla maaseudun elinvoimaisuutta vähentäviä. Siten ne eivät ole tavoiteltuja hiilipäästöjen vähentämisen tapoja. Maaseudun elinvoimaisuuden pieneneminen ei välttämättä vähennä kulutusta itsessään, vaan ainoastaan siirtää sen kaupunkeihin.

Osa tarkastelluista muutostekijöistä on hyvinkin varmoja tulevaisuuden kehityskulkuja, kuten ikääntyminen, väestönkasvu ja ilmastonmuutos. Myös maaseudun elinkeinorakenne ja palvelurakenne sekä esim. asumisväljyys ja vapaa-ajan asumisen kehitys tuntuvat melko hyvin ennakoitavissa olevilta tekijöiltä. Sen sijaan teknologian kohdalla saattaa tapahtua ennakoitua hitaampaa tai rajumpaa kehitystä. Myös yhteiskunnalliset tekijät voivat kehittyä odottamattomasti: esim. etätyö saattaa kasvaa voimakkaasti, sillä sille on huomattavasti potentiaalia. Poliittiset ratkaisut voivat muuttua lyhyelläkin aikavälillä, kuten esim. liikenteen biopolttoainepolitiikka on Suomessa osoittanut.

Muutostekijöiden välillä on myös paljon eroja siinä, kuinka paljon niihin voidaan erilaisilla ratkaisuilla vaikuttaa. Joidenkin osalta voidaan ainoastaan pyrkiä varautumaan seurauksiin, kuten ikääntymisen kohdalla. Jotkin toiset tekijät puolestaan muuttavat tilannetta merkittävästi mutta hitaasti, kuten rakennuskannan uudistuminen. Nopeimmin vaikutuksia voidaan todennäköisesti saavuttaa suorilla tuilla uusiutuvan energian tuotannolle tai vaihtoehtoisia käyttövoimia tai polttoaineita hyödyntäville autoille. Tällaiset tuet ovat kuitenkin mahdollisesti kalliita ja poliittisesti vaikeita toteuttaa. Sen sijaan helpompaa tai halvempaa voi olla esim. uusiutuvan energian hyödyntämistä koskevien

säädösten ja lupien muokkaaminen niin, että pienimuotoinen energiantuotanto helpottuu ja muuttuu kannattavammaksi.

**Politiikka** on siis keskeinen, mutta samalla epävarma osa-alue. **Talouden** osalta vaikuttaa siltä, että elinkeinorakenne painottuu myös maaseudulla enenevissä määrin palveluihin, maataloustuotannon tehostuessa ja keskittyessä. Kaivosteollisuus kasvattaa hiilipäästöjä, mikäli ennakoitujen hankkeet toteutuvat, mutta niiden toteutuminen riippuu mm. mineraalien maailmanmarkkinahinnoista, jotka ovat epävarmempia. Uudet työnteon tavat voivat vähentää liikennettä. Tähän mennessä työmatkat ovat kuitenkin pidentyneet.

**Yhteiskunnan ja kulttuurin** osalta keskeisiä kehityskulkuja ovat etenkin kaupunkien läheisellä maaseudulla väestön lisääntyminen, mikä vaikuttaa myös päästöjen lisääntymiseen siellä. Ikääntymisen myötä siirrytään kohti keskuksia ja palveluiden tarve kasvaa. Päättäjien asenteilla on suuri merkitys uusiutuvan energian käytölle. Myös kuluttajien asenteilla on potentiaalisesti huomattava merkitys uusiutuvan energian markkinoihin, mutta toistaiseksi positiiviset asenteet eivät ole täysimääräisesti muuttuneet toiminnaksi. Aktiivi-ikäisten eläkeläisten määrän ollessa suurimmillaan vapaa-ajan asuminen ja liikenne lisääntyvät. Henkilöautoilu lisääntyy ylipäätään edelleen, mm. autoistumisen myötä.

**Teknologian** kehitys on päästöjen vähentämisessä avainasemassa. Uusiutuvien energianlähteiden uskotaan voivan halventua vielä huomattavasti teknologian kehityksen myötä. Energiatehokkuus vähentää asumisen päästöjä pidemmällä aikavälillä voimakkaasti, joskin vähemmän vuoteen 2030 ulottuvalla aikavälillä. Energiatehokkuus näkyy liikenteessä polttomoottoreiden tehostumisessa, mutta liikenteen suoritteet samalla kasvavat. Uusilla käyttövoimilla on kasvava merkitys henkilöautoilun päästöjen ja biopolttoaineilla etenkin raskaan liikenteen päästöjen vähentämisessä. Biopolttoaineiden tuotannon on kuitenkin oltava kestävä, ja esim. globaalin väestönkasvun edessä viljavan maan käyttö biopolttoaineiden tuotantoon on eettisesti kyseenalaista. Jätteiden ja esim. oljen ja lannan hyötykäyttö bioenergian tuotannossa ovatkin maaseudulle merkittävä mahdollisuus.

**Ympäristön** osalta tässä työssä on tarkasteltu ainoastaan ilmastomuutoksen vaikutuksia. Lämmitysenergian tarpeen väheneminen saattaakin jopa vähentää hiilidioksidipäästöjä. Tällä aikavälillä merkittävämpää lienee kuitenkin ilmastopoliittika ja asenteiden muutos uusiutuvalla energialla ja energiansäästölle yhä myönteisemmäksi.

**Sähkön ja lämmön käytössä ja asumisessa** energiaterhokkuuden lisääntymisellä on merkittävä rooli. Pidemmällä aikavälillä uusiutuvan rakennuskannan vaikutus lämmitysenergiaan on merkittävä, kun esim. nollaenergiatalot lisääntyvät. Rakennuskannan uudistuminen on kuitenkin niin hidasta, että kovin huomattavia vaikutuksia ei tulla näkemään vuoteen 2030 mennessä, vaan kasvava asumisväljyys voi jopa lisätä energiankulutusta. Asutuksen uskotaan keskittyvän maaseudulla erityisesti kaupunkien lähelle, missä asunnot ovat tyypillisesti melko suuria ja liikkuminen ja muu kulutus melko runsasta. Energiaterhokkuuden lisääntyminen aiheuttaa yleensä kulutuksen kasvua (ns. rebound-ilmiö), mikä tasaa tai jopa kumoaa tehokkuuden lisääntymisen vaikutukset. Kun energiankulutukseen kohdistuu kasvupaineita muun muassa väestönkasvun, autoistumisen ja asumisväljyyden kasvun myötä, on joka tapauksessa välttämätöntä panostaa myös energiaterhokkuuteen.

Kuten koontitaulukosta (taulukko 13) voidaan nähdä, **uusiutuvan energian** käytön lisääntyminen tarjoaa paljon mahdollisuuksia hiilipäästöjen vähentämiseen maaseudulla. Muutos fossiilisista energialähteistä kohti uusiutuvia ei kuitenkaan tapahdu itsestään, ainakaan riittävän nopeasti ympäristön kannalta, ja muutoksiin liittyy suuria epävarmuuksia. Esim. fossiilisen energian hinta vaikuttaa suoraan uusiutuvan energian kannattavuuteen, mutta tuleva hintakehitys on epävarma ja riippuu paljon myös poliittisista päätöksistä (kuten päästökauppa ja päätökset sallia ydinvoiman rakentaminen tai öljynporaus tietyillä alueilla). Uusiutuvan energian potentiaalinen saavuttamiseksi sen tuotantoa onkin välttämätöntä tukea poliittisin keinoin. Sekä uusiutuvan energian käyttöönoton että verotuksen tulisi olla yksinkertaista ja käyttöön kannustavaa. Poliittisten ratkaisujen ulkopuolella tarvitaan myös energia-alan palveluita, joiden avulla uusiutuvia energiaratkaisuja saa käyttöön helposti ja yksinkertaisesti

avaimet käteen -periaatteella. Kuluttajien on myös saatava luotettavaa tietoa erilaisista vaihtoehdoista.

Koontitaulukosta 13 ovat nähtävissä myös **liikenteeseen** liittyvät päästöjen lisääntymisen riskit. Liikenne lisääntyy jatkuvasti, eikä liikenteen parantunut energiatehokkuus vielä vähennä liikenteessä syntyviä päästöjä riittävästi. Autoistuminen kasvaa myös ja vanhat, usein paljon kuluttavat autot jäävät ns. kakkosautoiksi. Varsinkaan ydin- ja harvaanasutulla maaseudulla perinteinen joukkoliikenne ei voi vastata moniin liikkumisen tarpeisiin. Vaihtoehtoiset liikkumismuodot, tavara- ja henkilöliikenteen yhdistäminen ja älykkäät joukkoliikenne-, kimpakyyti- tai autojen yhteisomistusratkaisut olisivat tärkeitä maaseudulla. (Niillä on myös globaalin kehityksen kannalta valtava merkitys, sillä jo pelkästään tieverkkojen rakentaminen ja kunnossapito muuttuvat tiuhaan kansoitetuilla alueilla kestämättömäksi rasitteeksi sekä ympäristön että talouden näkökulmasta.) Myös autoilijoiden ajotavalla on kohtuullisen suuri merkitys ja erilaiset älykkäät ratkaisut auton energiankäytön optimoimiseksi voisivat myös vähentää energiankulutusta liikenteessä.

Maaseudun hiilipäästöjen vähentämistyössä koontitaulukko 13 osoittaa suurta painoarvoa etenkin poliittisille ratkaisuille ja päätöksenteolle ja toisaalta uusien teknologioiden ja polttoaineiden kehittämiselle ja käyttöönotolle. Poliitiikka ja teknologian käyttöönotto liittyvät luonnollisesti vahvasti toisiinsa, sillä jälkimmäiseen vaikuttavat paitsi suorat tuet, myös esim. rakennusmääräykset, sähköverkkoihin liittyvä sääntely ja muut lupaprosessit.

Vähähiilisyyttä tukevat innovaatiot liittyvät erityisesti energiantuotantoon ja -käyttöön sekä liikenteeseen. Ne voivat olla teknisiä, mutta myös toimintatapoihin liittyviä. Esimerkiksi maaseudun elinvoimaisuuden ja palvelujen turvaamisen kannalta jatkossa korostunevat internetin hyödyntäminen ja palveluiden uudelleen ajattelemisen. Myös älyratkaisut eli it-teknologian hyödyntäminen liikenteessä, sähköverkkojen ja -kulutuksen hallinnassa sekä logistiikassa lisääntyvät.

## Viitteet

- Aho P. ja Rahkonen J. 2014. Maaseutubarometri 2014. Tutkimusraportti-kalvosarja. Taloustutkimus Oy.
- Hautala, R., Karvonen, V., Laitinen, J., Laurikko, J., Nylund, N., Pihlatie, M., Rantasila, K. ja Tuominen, A. 2014. Smart sustainable mobility. VTT Visions 5. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/visions/2014/V5.pdf>
- Heinonen, J. 2012. The Impacts of Urban Structure and the Related Consumption Patterns on the Carbon Emissions of an Average Consumer. Aalto University publication series: Doctoral Dissertations 25/2012.
- Heinonen, S. ja Saarimaa, R. 2009. Työelämän laadulla parempaa jaksamista – Kuinka etätyö voi auttaa? Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Työ ja yrittäjyys 25/2009
- Isoniemi, M., Mäkelä, J., Arvola, A., Frosmann-Hugg, S., Lampila, P., Paananen, J., Roininen, K. ym. 2006. Kuluttajien ja kunnallisten päättäjien näkemyksiä lähi- ja luomuruoosta. Kuluttajatutkimuskeskus, julkaisuja 1: 2006.
- Koljonen T., Similä L., Sipilä Kai, Helynen S., Airaksinen M., Laurikko J., Manninen J., Mäkinen T., Lehtilä A., Honkatukia J., Tuominen P., Vainio T., Järvi T., Mäkelä K., Vuori S., Kiviluoma J., Sipilä Kari, Kohl J. ja Nieminen M. 2012. Low Carbon Finland 2050. VTT clean energy strategies for society. VTT Visions 2. Saatavilla: <http://www.ashraeasa.org/pdf/VTT%20Low%20Carbon%20Vision.pdf>
- Koreneff, G., Grandell, L., Lehtilä, A., Koljonen, T., Nylund, N. Energiat ehokkuuden kehittyminen Suomessa - arviot menneisyydestä ja tulevaisuudesta. VTT Technology 180. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2014/T180.pdf>
- Kuha, R. 2013. Maaseudun tyhjien rakennuskiinteistöjen harha: Tyhjiksi merkittyjen rakennuskiinteistöjen tarkastelua Ranuan, Tervolan ja Sallan maaseutualueilla. MTT Raportti 119.
- Liikenne- ja viestintäministeriö. 2013. Tulevaisuuden käyttövoimat liikenteessä. Työryhmän loppuraportti. Saatavilla: [http://www.lvm.fi/docs/fi/2497123\\_DLFE-19513.pdf](http://www.lvm.fi/docs/fi/2497123_DLFE-19513.pdf)
- Liikennevirasto 2012. Henkilöliikennetutkimus 2010-2011. Saatavilla: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lr\\_2012\\_henkilöliikennetutkimus\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lr_2012_henkilöliikennetutkimus_web.pdf)
- Marttinen S., Lehtonen H., Luostarinen S. ja Rasi S. 2013. Biokaasuyrittäjän toimintaympäristö Suomessa. Kokemuksia MMM:n investointiavustusjärjestelmästä 2008-2010. MTT raportti 103
- Moisio, P. & Karvonen, S. & Simpura, J. & Heikkilä, M. (toim.). 2008. Suomalaisten hyvinvointi 2008. Helsinki: Stakes.
- Niemi & Ahlstedt (toim). 2013. Suomen maatalous ja maaseutuelinkeinot 2013. MTT Julkaisuja 114.
- Niemi, J. ja Rikkonen, P. 2010. Maatalouspoliittisen toimintaympäristön ennakointi. MTT raportti 7
- Niemi, J. 2014. EU:n maatalouspolitiikka uudistuu – miten käy Suomen maatalouden? Leipä leveämmäksi 2/14: 32-33
- Nieminen, M. 2010. Kesämökkibarometri 2009. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja: Alueiden kehittäminen 12/2010.
- Ponnikas J., Voutilainen O., Korhonen S. ja Kuhmonen H-M. 2014. Maaseutukatsaus 2014. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Alueiden kehittäminen 2/2014.
- Rasi, S., Havukainen, J., Uusitalo, V., Andersson, R., Manninen, K., Aro-Heinilä, E. ja Rintala, J. 2012. Suunnitelma liikennebiokaasun tuotannon ja käytön edistämiseksi Helsingin seudulla. MTT Raportti 47.
- Rasi, S., Lehtonen, E., Aro-Heinilä, E., Höhn, J., Ojanen, H., Havukainen, J., Uusitalo, V., Manninen, K., Heino, E., Teerioja, N., Anderson, R., Pyykkönen, V., Ahonen, S., Marttinen, S., Pitkänen, S., Hellstedt, M. ja Rintala, J. 2012. From Waste to Traffic Fuel –projects Final report. MTT Raportti 50.
- Regina K., Lehtonen H., Palosuo T. ja Ahvenjärvi S. 2014. Maatalouden kasvihuonepäästöt ja niiden vähentäminen. MTT raportti 127
- Rintamäki, H. ja Aro-Hienilä, E. 2012. Kansainvälinen bioenergiakauppa – biopolttoainetavoitteiden vaikutukset maatalouteen ja viljelyalan käyttöön. MTT Raportti 45.
- Rissanen R., Rehunen A., Kalenoja H., Ahonen O., Mäkelä T., Rantala J. ja Pöllänen M. 2013. ALLI – kartasto - Suomen aluerakenteen ja liikennejärjestelmän kehityskuvan pohjustus. Ympäristöministeriö.

- Salo, M. 2014. Uusiutuva energia ja energiajärjestelmän consensus – Mekanisminen näkökulma liikenteen biopolttoaineiden ja syöttötariffin käyttöönottoon Suomessa. Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research 499, Jyväskylän yliopisto.
- Seppälä, A., Kässi, P., Lehtonen, H., Aro-Heinilä, E., Niemeläinen, O., Lehtonen, E., Höhn, J., Salo, T., Keskitalo, M., Nysand, M., Winqvist, E., Luostarinen, S. ja Paavola, T. 2014. Nurmesta bio-kaasua liikennepolttoaineeksi. MTT Raportti 151.
- Tapio, P., Varho, V., Nygrén, N., Järvi, T., Tuominen, A., 2011. Liikennepolitiikan ilmasto – Baseline-kehitys sekä asiantuntijoiden ja nuorten visiot liikenteen hiilidioksidipäästöistä vuoteen 2050. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 19/2011.
- TEM 2013. Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011, tutkimusraportti.
- Tilastokeskus. Maaseutuindikaattorit (Ohjelmakausi 2007-2013).
- Valkila, N. 2013. Attitudes and behaviour of residents within the framework of energy efficiency. Aalto University publication series. Doctoral Dissertations 147/2013.
- YTR Maaseutupolitiikan yhteistyöryhmä. 2014. Mahdollisuuksien maaseutu - Maaseutupoliittinen kokonaisohjelma 2014-2020. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Alueiden kehittäminen 9/2014.





luke.fi

Luonnonvarakeskus  
Viikinkaari 4  
00790 Helsinki  
puh. 029 532 6000