



# Ennakoiden kohti kestäväää maataloutta

- ympäristötekniologian tulevaisuuden  
mahdollisuudet maataloudessa vuoteen 2025  
Loppuraportti

Pasi Rikkonen, Jyrki Aakkula,  
Juha Grönroos, Hannu Haapala,  
Jukka Manni, Sonja Pyykkönen, Petri Tapio



MTT:n selvityksiä 116  
47 s., 3 liitettä

**Ennakoiden kohti kestävää maataloutta  
- ympäristötekniologian tulevaisuuden  
mahdollisuudet maataloudessa vuoteen 2025  
Loppuraportti**

Pasi Rikkonen, Jyrki Aakkula  
Juha Grönroos, Hannu Haapala  
Jukka Manni, Sonja Pyykkönen, Petri Tapio

ISBN 952-487-032-0 (Painettu)  
ISBN 952-487-033-9 (Verkkajulkaisu)  
ISSN 1458-509X (Painettu)  
ISSN 1458-5103 (Verkkajulkaisu)  
[www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts116.pdf](http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts116.pdf)

Copyright

MTT

Pasi Rikkinen, Jyrki Aakkula, Juha Grönross, Hannu Haapala,

Jukka Manni, Sonja Pyykkönen, Petri Tapio

Julkaisija ja kustantaja

MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki

[www.mtt.fi/mttl](http://www.mtt.fi/mttl)

Jakelu ja myynti

MTT Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki

Puhelin (09) 56 080, telekopio (09) 563 1164

sähköposti [julkaisut@mtt.fi](mailto:julkaisut@mtt.fi)

Julkaisuvuosi

2006

Painopaikka

Strålfors Information Logistics Oy

# Ennakoiden kohti kestävää maataloutta

## - ympäristötekniikan tulevaisuuden mahdollisuudet maataloudessa vuoteen 2025

Pasi Rikkinen<sup>1)</sup>, Jyrki Aakkula<sup>1)</sup>, Juha Grönroos<sup>3)</sup>, Hannu Haapala<sup>1)</sup>, Jukka Manni<sup>2)</sup>, Sonja Pyykkönen<sup>3)</sup>, Petri Tapio<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> MTT, Taloustutkimus (TAL), Luutnantintie 13, 00410 Helsinki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2)</sup> MTT, Palveluyksikkö, Vakolantie 55, 03400 Vihti, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>3)</sup> Suomen ympäristökeskus, Mechelininkatu 34a, PL 140, 00251 Helsinki, etunimi.sukunimi@ymparisto.fi

<sup>4)</sup> Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Korkeavuorenkatu 25 A 2, 00130 Helsinki, petri.tapio@tse.fi

### Tiivistelmä

Tutkimusraportti perustuu ”Ennakoiden kohti kestävää maataloutta” –hankkeen aikana tehtyyn Delfoi-tutkimukseen. Tutkimuksessa kartoitettiin ympäristötekniikan käytön tulevaisuuden mahdollisuuksia maataloudessa maa- ja elintarviketalouden asiantuntijanäkemyksen perusteella. Asiantuntijanäkemys jalostettiin vaihtoehtoisiksi tulevaisuuspoluiksi, jotka kiteytetyssä muodossa kertovat vaihtoehtoisista maatalouden ympäristöteknologisista tulevaisuuksista. Tutkimuksen teknologiateemoiksi määriteltiin (1) maatalouden tuotantoteknologiset vaihtoehdot tulevaisuudessa, (2) vaihtoehtoiset energianlähteet tulevaisuuden maataloudessa ja (3) maataloudessa sovellettavan bio- ja geenitekniikan vaihtoehdot tulevaisuudessa. Delfoi-tutkimukseen osallistui 20 teknologiateemojen erityis- ja yleisasiantuntijaa. Toinen Delfoi-kierros toteutettiin tarkentavana kyselynä, jossa panelistit kommentoivat ja tarkensivat ensimmäisen kierroksen vastauksia. Tutkimuksen tulevaisuudenkuvat on esitetty aineistosta toivottavana sekä todennäköisenä tulevaisuutena. Tuotantoteknologisessa tulevaisuudessa maatalouskoneiden kokonaisuudessa ei nähty pitkällä aikavälillä suuria muutoksia; myynti näyttäisi asettuvan EU-ajan tasolle. Konekanta voi pienentyä, mutta sen käyttötehokkuus kasvaa. Myös konekannan erikoistuminen lisääntyy. Erikoiskoneissa käytettävä automaatio ja robotiikka vähentävät työvoiman tarvetta ja siten yksikköhinnat konehankinnoissa nousevat. Lisäksi koneurakoinnin nähtiin edelleen lisääntyvän yhteiskonehankintojen ohella. Samalla sadonkorjuukoneissa siirrytään yhä suurempiin järjestelmiin. Tulevaisuuden energiamuodoista kysyttäessä asiantuntijat totesivat, ettei pienimuotoiseen energiantuotantoon ole juurikaan kannustettu. Uusiutuvien energianlähteiden laajempaa käyttöä pidettiin kuitenkin vahvasti toivottavana. Bioenergian tuotannon lisäämisen myötä maaseudulle syntyisi työpaikkoja ja Suomen energiariippuvuus tuontienergiasta vähenisi. Asiantuntijat uskovat, että puu on lähitulevaisuudessa merkittävin bioenergian tuotanto- ja käyttömuoto maataloudessa. Vahvasti kasvavia muita bioenergian muotoja (peltobiomassasta saatava biopoltoaine, sekä erityisesti kotieläintuotannon biokaasupotentiaali) käytetään entistä enemmän sekä lämpöenergiaksi että polttoaineeksi. Erilaisten vaihtoehtoisten energiaratkaisujen arvioimiseksi asiantuntijat peräänkuuluttavat käytännön toteutuksia, joiden avulla voitaisiin todentaa niiden kannattavuutta sekä ympäristövaikutuksia. Maatalouden bio- ja geenitekniikan nähtiin kohdistuvan uusiin kasvilajikkeisiin. Maailman viljelystä pinta-alasta noin 40 % ennakoitiin olevan todennäköisesti kaupallisessa gm-viljelyssä vuonna 2025. Maailman tasolla päähuomioon nostettiin geenitekniisesti tuotettavat kuivankestävät, suolankestävät ja pohjoisessa myös kylmänkestävät lajikkeet. Bioteknologialla nähtiin suuria mahdollisuuksia myös muussa kuin perinteisessä maataloustuotannollisessa hyödyntämisessä mm. bioenergiatuotannon edistämiseksi, biologisten prosessien hyötysuhteen kasvattamisessa itse kasvin jalostusprosessissa, biotekniikan hyödyntämisessä jätteiden käsittelyssä, biohajoavien pakkausmateriaalien kehittämisessä sekä maatalon jätevedenpuhdistuksessa.

---

*Asiasanat: maatalous, Delfoi-menetelmä, tulevaisuudentutkimus, bio- ja geenitekniikka, uusiutuvat energianlähteet, tuotantotekniikka*

---

# Agri-environmental technology foresight in the employ of sustainable agriculture

Pasi Rikkonen<sup>1)</sup>, Jyrki Aakkula<sup>1)</sup>, Juha Grönroos<sup>3)</sup>, Hannu Haapala<sup>1)</sup>, Jukka Manni<sup>2)</sup>, Sonja Pyykkönen<sup>3)</sup>, Petri Tapio<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> MTT Agrifood Research Finland, Economic Research, Luutnantintie 13, FIN-00410 Helsinki, Finland, firstname.lastname@mtt.fi

<sup>2)</sup> MTT Agrifood Research Finland, Services Unit, Vakolantie 55, FIN-03400 Vihti, Finland, firstname.lastname@mtt.fi

<sup>3)</sup> Finnish Environment Institute, Mechelininkatu 34a, PL 140, FIN-00251 Helsinki, Finland, firstname.lastname@ymparisto.fi

<sup>4)</sup> Finland Futures Research Centre, Korkeavuorenkatu 25 A 2, FIN-00130 Helsinki, Finland, petri.tapio@tse.fi

## Abstract

The introduction and the ultimate choice of different technological solutions play a central role when focusing on developing new alternatives for more efficient environmental and production practices in the agricultural sector. In this study we scrutinize alternative technological changes with the Argumentative Delphi method. The study concentrates on three technological themes: 1) the future alternatives in agri-production technology, 2) the future alternatives in the utilisation of renewable energy sources, and 3) the future alternatives of bio and gene technology in agricultural production. The study produces alternative future images and paths of development for agri-technological change and the utilisation of different technological solutions. Altogether 20 experts participated in the Delphi process. First the needed general and specific expertise (expert panel) was defined in relation to the study themes. The first round was carried out by semi-structured interviews and the second round (a feedback round) with a mail survey. The results are presented as desirable and probable future images. In the theme of agri-production technology no dramatic changes were seen in the total sales of the agri-production machinery. The total sales seem to settle to the level of the longterm average of the past ten years. The total quantity of machinery may decrease, but the operating efficiency increases. Also, the specialisation of machinery increases. The automation and robotics in the machinery diminish the need for labour force and the purchase price per unit increases. Furthermore, the contractors and also cooperation in purchasing collective machinery in crop production increase. At the same time there is a tendency towards more extensive harvest machinery systems. In the second theme (renewable energy sources), the panel stated that there has not been much support for smallscale and local energy production systems. Therefore the increase in renewable energy sources was seen strongly desirable. The Delphi panel anticipated that the increase in bio-energy production in farms results job opportunities in rural areas, and the dependence of imported energy in Finland decreases. The respondents believe that the wood is still the most important bio-energy source in farms in the near future. There are also other strongly developing energy sources such as biomass production (bio-fuels) and especially the potential of bio-gas production within livestock production for both heating and traffic fuel purposes. The panel called for practical demonstrations and cases to point out and ensure the profitability and usability of such new possibilities. In the last theme, the bio and gene technology, the most emphasis was on new transgenic crop varieties in agriculture. The panel anticipated that 40% of the total cultivated area in the world would be under commercial farming of genetically modified plant varieties in 2025. In Finnish agriculture the development in transgenic crops was seen to be somewhat moderate. The possibility of developing plant varieties that contain salt or dry durability qualities (or cold durability in North) brings large benefits at the global level. The panel saw possibilities also beyond the traditional agri-production; for example in promoting bio-energy production, in increasing the efficiency of biological processes in plants, utilising bio-technology in the treatment of waste and in the treatment of sewage in farms.

---

*Index words: agriculture, Delphi method, futures studies, renewable energy sources, bio and gene technology, agri-production technology*

---

# Esipuhe

Teknologian kehitys on viime vuosikymmeninä nopeutunut niin maataloudessa kuin muillakin sektoreilla. Maatalouden teknologisilla valinnoilla on suuri merkitys kestävässä elintarviketuotannossa, ja yleisemminkin koko ruokajärjestelmän tuotannon ja kulutuksen näkökulmasta. Nopeasti muuttuvassa toimintaympäristössä onkin tärkeää kyetä arvioimaan, miten teknologinen muutos palvelee asetettuja yhteiskunnallisia tavoitteita kuten kestävästä kehitystä.

Maa- ja elintarviketalouden ennakoititutkimus tarjoaa tutkittua tietoa maatalouden tulevaisuuteen vaikuttavista muutostekijöistä, muutoksista ja laajemmista trendeistä niin kansalliselta kuin globaaliltakin näkökulmalta katsoen. Maatalouden toimintaympäristön muuttuessa tarvitaan päätöksentekoa tukevaa tulevaisuussuuntautunutta tutkimustietoa sekä asiantuntijatahojen yhteistä, pidemmän aikavälin arviointia maatalousteknologian kehityksestä.

Tämä loppuraportti perustuu tutkimukseen, jossa tuotettiin Delfoi-asiantuntijamenetelmällä perusteltuja skenaariopolkuja siitä, mitkä ovat Suomen maataloudessa sovellettavan ympäristötekniikan keskeisimmät haasteet vuoteen 2025 mennessä. Asiantuntijapaneeli arvioi kolmea teemaa; 1) maatalouden tuotantoteknologisia vaihtoehtoja tulevaisuudessa, 2) uusiutuvia energianlähteitä tulevaisuuden maataloudessa sekä 3) maataloudessa sovellettavan bio- ja geenitekniikan vaihtoehtoja tulevaisuudessa.

Tutkimusryhmä kiittää EKOKEMA-hankkeen Delfoi-paneeliin panoksellaan osallistuneita asiantuntijoita tulevaisuuden maataloustekniikan ennakoinnissa.

Helsingissä heinäkuussa 2006

Pasi Rikkonen

Hankkeen vastuullinen johtaja

# Sisällysluettelo

1 Johdanto .....	7
1.1 Tausta ja tavoitteet .....	7
1.2 Teoreettiset lähtökohdat .....	7
2 Aineisto ja menetelmät .....	11
2.1 Delfoi-menetelmästä .....	11
2.2 Teknologiateemojen valinta .....	12
2.3 Asiantuntijoiden valintakriteerit .....	13
3 Tulokset ja tulosten tarkastelu .....	15
3.1 Maatalouden tuotantoteknologiset vaihtoehdot tulevaisuudessa .....	15
3.1.1 Argumentointi kolmen vaihtoehdon suhteen .....	18
3.1.2 Yleinen keskustelu tulevaisuuden maataloudesta ja teknologiasta .....	19
3.1.3 Kestävyyden näkökulmia tulevaisuuden maataloudessa .....	20
3.2 Vaihtoehtoiset energianlähteet tulevaisuuden maataloudessa .....	23
3.2.1 Argumentointi kolmen vaihtoehdon suhteen .....	27
3.2.2 Yleinen keskustelu uusiutuvien energianlähteiden hyödyntämisestä .....	27
3.2.3 Kestävyyden näkökulmia uusiutuvien energianlähteiden tuotannossa .....	29
3.3 Maataloudessa sovellettavan bio- ja geeniteknologian vaihtoehdot tulevaisuudessa .....	33
3.3.1 Maataloudessa sovellettava bio- ja geeniteknologia Suomessa .....	34
3.3.2 Argumentointi kolmen vaihtoehdon suhteen .....	37
3.3.3 Yleinen keskustelu bio- ja geeniteknologian kehityksestä .....	37
3.3.4 Kestävyyden näkökulmia bio- ja geeniteknologiassa .....	38
4 Yhteenveto .....	42
5 Kirjallisuus .....	45
Liitteet	

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta ja tavoitteet

Teknologian kehitys on viime vuosikymmeninä nopeutunut niin maataloudessa kuin muillakin sektoreilla. Maatalouden teknologisilla valinnoilla on suuri merkitys kestävässä elintarviketuotannossa ja yleisemminkin koko ruokajärjestelmässä tapahtuvan tuotannon ja kulutuksen näkökulmasta. Erityisesti tietointensiivisen teknologian hyödyntäminen maataloudessa voi olla askel kohti ekotehokkaampaa tuotantoa (Aakkula ym. 2002). Samalla uuden tuotantosuunnan, bioenergiatuotannon, merkityksestä maa- ja elintarviketaloudelle käydään keskustelua (OECD 2004). Nopeasti muuttuvassa toimintaympäristössä on tärkeää kyetä arvioimaan, miten teknologinen muutos palvelee asetettuja yhteiskunnallisia tavoitteita kuten kestävä kehitystä.

*Ennakoiden kohti kestävä maataloutta (EKOKEMA)* -hankkeessa tuotettiin asiantuntijankemysten kartoittamisen avulla perusteltuja tulevaisuudenkuvia siitä, mitkä ovat Suomen maataloudessa sovellettavan ympäristöteknologian keskeisimmät ympäristölliset, teknologiset ja institutionaaliset haasteet seuraavien 20 vuoden aikavälillä, kun tavoitellaan ekologisesti, taloudellisesti ja sosiaalisesti kestävä maataloutta. Tutkimuksen yleinen teoreettinen viitekehys nojaa strategisen suunnittelun, teknologian ennakoinnin ja tulevaisuudentutkimuksen teorioihin. Lisäksi hyödynnetään teorioita asiantuntijuudesta ja sen roolista yhteiskunnallisessa suunnittelussa ja päätöksenteossa.

Tutkimus on luonteeltaan pilottitutkimus, jossa kartoitettiin tulevaisuutta ennakoimalla keskeisiä maatalouden teknologisia haasteita seuraavien 20 vuoden aikavälillä. Tutkimuksen alussa teknologiateemoiksi määriteltiin (1) maatalouden tuotantoteknologiset vaihtoehdot, (2) vaihtoehtoiset energianlähteet maataloudessa ja (3) maataloudessa sovellettavan bio- ja geeniteknologian vaihtoehdot.

Tutkimuksen keskeisenä tavoitteena oli tunnistaa maatalouden ympäristöteknologinen kehityspotentiaali. Tässä painopiste oli erityisesti biotekniikan, tieto- ja viestintäteknikan, ja vaihtoehtoisten energianlähteiden mahdollisuuksissa lisätä maataloustuotannon ekotehokkuutta ja siten vähentää maatalouden kielteisiä ympäristövaikutuksia. Lisäksi keskeisenä tavoitteena oli merkittävien maatalouden ympäristöteknologisten innovaatioiden ja kehityskulkujen ajallisen ajoittumisen arviointi.

## 1.2 Teoreettiset lähtökohdat

Tutkimuksen yleinen teoreettinen viitekehys nojaa strategisen suunnittelun, teknologian ennakoinnin ja tulevaisuudentutkimuksen teorioihin. Lisäksi hyödynnetään teorioita asiantuntijuudesta ja sen roolista yhteiskunnallisessa suunnittelussa ja päätöksenteossa. Teknologisen kehityksen haltuunottoa on jo muutaman vuosikymmenen ajan yritetty nk. teknologian ennakoinnilla (technology foresight). Lähtökohtana on ennakoiminen eli varautuminen tulevaan.



Ennakoinnilla pyritään tuottamaan systemaattisesti tietoa tulevaisuudesta nojaten tämän päivän tietoon niin historiasta, tästä hetkestä kuin tulevaisuusodotuksista (Mannermaa 1991). Teknologian ennakoinnilla tarkoitetaan teknologian kehitysnäkymien ja -haasteiden tulevaisuussuuntautunutta tarkastelua joko jo käytössä olevien teknologioiden tai vasta tulevien muotoutumassa olevien teknologioiden näkökulmasta.

Salon (2001) esittämän määritelmän mukaan teknologian ennakointi on innovaatiostrategian työstämistä tukevaa toimintaa, jolle on tunnusomaista pitkäjänteinen ja systemaattinen tarkastelu, tieteen ja teknologian suhteuttaminen koko yhteiskuntaan sekä innovaatiojärjestelmän eri osapuolten välinen avoin vuoropuhelu. Teknologian ennakointi voidaan mieltää osaksi kansallista tulevaisuusstrategiaa. Näin ollen teknologian ennakointi tukee omalta osaltaan sitä strategista yhteiskunnallista päätöksentekoa, jonka tarkoituksena on varmistaa kansakunnan menestys kansainvälisessä kilpailussa. Keskeistä on yritysten teknologisen kilpailukyvyen edistäminen ja teknologisen osaamisen kehittäminen. Teknologian ennakointi näyttäytyykin helposti kansallisena teknologiaprojektina.

Teknologian ennakointia voidaan pitää myös menetelmänä, joka valmistaa yhteiskuntaa ja ihmisiä tuleviin teknologiavaihtoehtoihin ja niiden mahdolliseen käyttöön. Lähtökohdaksi pidetään tällöin sitä, ettei pitemmän aikavälin tarkkoja ennusteita voida esittää talouden, yhteiskunnallisen tai teknologisen kehityksen suhteen. Tästä syystä on tärkeää selvittää, mitkä ovat esimerkiksi ympäristöteknologian vaihtoehdot eräänlaisena eri mahdollisuuksien ääriarjoina. Tämä antaa suunnittelijoille ja päätöksentekijöille perusteet arvioida eri vaihtoehtojen toteutumisen hyviä ja huonoja vaikutuksia ja edetä yhteisesti päätetyn vaihtoehdon mukaisesti. Viime kädessä kysymyksessä on toimiminen innovaatiojärjestelmässä, joka on muuttumassa yhä monitieteisemmäksi ja verkostoituneemmaksi (Schienstock & Hämäläinen 2001).

Teknologian ennakointi lähestyy usein myös teknologian arviointia (technology assessment) ja teknologian ennustamista (technological forecasting). Nykykäytännössä näitä lähestymistapoja käytetään yhdessä ja käytännössä eroksi on muodostunut se, että teknologian arviointi painottaa vahvemmin muotoutuvien teknologioiden (konstruktiivinen teknologian arviointi) riskinäkökulmia ja teknologian ennakointi taas avautuvia mahdollisuuksia ja innovaatioita. Sekä arvioinnissa että ennakoinnissa käytetään pitkälti samoja menetelmiä kuten skenaarioita ja Delfoi-tekniikkaa. Lisäksi teknologian arvioinnissa selvitetään yleensä yksittäisen teknologian vaikutusta ja kehityssuuntaa tai pohditaan, miten eri teknologioiden avulla voidaan vastata tiettyihin ongelmiin. Yksittäisten teknisten järjestelmien arviointeja voidaan luonnollisesti hyödyntää osana laajempia teknologian ennakointihankkeita. Teknologian ennustaminen puolestaan eroaa teknologian ennakoinnista siinä, että toisin kuin ennustamisella, ennakoinnilla ei pyritä luomaan todennäköisintä kuvaa tulevaisuudesta, vaan vaihtoehtoja voi olla useita (Hjelt ym. 2001). Teknologian ennakoinnin rinnalle on nousemassa myös teknologian hallinta yhteiskunnallisen sosio-kulttuurisen kestäväyyden näkökulmasta teknistä-taloudellisen lähestymistavan lisäksi (Heinonen 2002).

Vaihtoehtoisten tulevaisuuksien korostamisessa teknologian ennakointi lähestyy tulevaisuudentutkimusta, jonka päämääränä on saavuttaa vaihtoehtoisia tulevaisuustiloja tutkimalla yhteiskunnan muutos- ja kehitysprosessien parempaa hallintaa (Bell 1997a, 1997b). Yleisesti ottaen tulevaisuudentutkimusta ja ennakointia käytetään nykyisin hyvin samankaltaisissa käsitteellisissä konteksteissa. Vaikka historialliset lähtökohdat näillä kahdella lähestymistavalla ovat toisistaan poikkeavat, ne ovat myös menetelmällisesti lähestyneet toisiaan (Loveridge 1996). Ennakointia onkin jopa käytetty tulevaisuudentutkimuksen synonyyminä tarkoitettaessa tulevaisuutta kohti muuttuvan nykyisyyden hallintaa mennyttä, nykyistä ja tulevaisuutta koskevan tiedon avulla. Yhteistä tulevaisuudentutkimuksella ja teknologian ennakoinnille on myös heikkojen signaalien etsiminen (Kamppinen ym. 2002, Eerola & Väyrynen 2002).

Ennakoinnin perusajatuksena on siis uuden ja hyödynnettävissä olevan tiedon tuottaminen. Teknologian ennakoinnissa on käytetty paljon Nonakan esittämää tiedon mallia, jossa tieto määritellään sekä eksplisiittiseen tietoon että ns. hiljaiseen tietoon esimerkiksi orastavista teknologioista (Nonaka & Takeuchi 1995). Näkemys perustuu oppimisprosessin koulukuntaan, joka korostaa oppimista ja uuden tiedon tuottamista strategiaproessin keskeisenä tuloksena (Minzberg ym. 1998). Eksplisiittinen tieto on muunnettavissa ja siirrettävissä formaaliin, systemaattiseen muotoon. Ns. hiljainen tieto taas on vaikeammin määriteltävissä ja välitettävissä edelleen. Tällaista tietoa esiintyy esimerkiksi teknologian kehitykseen vaikuttavissa tekijöissä, mutta sitä on vaikea saattaa formaaliin muotoon tai eri asiantuntijoiden käyttöön tiedon tilannesidonnaisuuden takia.

Teknologian ennakointahankkeet on mahdollista jaotella ennakoinnin kohteen ja rajauksen mukaan. Teknologian ennakointi voi olla joko yrityskohtaista, toimiala- tai yritysverkosto-kohtaista tai julkisen sektorin ennakointitutkimusta, jonka tarkoituksena on tukea ja ohjata sekä suunnittelijoita että päätöksentekoa laajemman yhteiskunnallisen päämäärän näkökulmasta (Kuusi 1996). Ennakointia on yleisesti käytetty myös eri toimialojen osaamistarpeiden kehityksen kartoittamisessa.

Tätä nykyä suurin painoarvo teknologian ennakoinnissa on sellaisilla menetelmillä, jotka selvittävät asiantuntijoiden näkemyksiä tulevaisuudesta. Tällaisia menetelmiä käytettäessä on havaittu, että asiantuntijoilla on joskus hajanaistakin tietoa, josta voidaan johtaa tiettyjä tulevaisuuden teknologiapolkuja (Kuusi 1996, 1999, 2004). Tärkeintä onkin saada tarpeellisen informaation omaavat asiantuntijat, organisaatiot tai kansalaisryhmät mukaan tutkimukseen, jolloin hajanaisista mutta erittäin relevanteista tiedonsiruihin on mahdollista koota kokonaisuuksia ja selkeitä vaihtoehtoja tulevaisuuden teknologiakeskusteluun.

Teknologian ennakoinnissa on olennaista pohtia, millaisia vaikutuksia asiantuntijuudella ja sen eri ilmenemismuodoilla ja toteutumistavoilla on tulevaisuustiedon tuotantoon. Asiantuntijuuden keskeisiä kysymyksiä ovatkin asiantuntijuuden moniulotteisuus, refleksiivisyys ja kontekstuaalisuus, asiantuntijuuden ja suunnittelun suhde sekä se, miten avoimia tai suljettuja erilaiset arviointi- ja suunnitteluprosessit ovat (esim. Pellizzoni 1999, Saaristo

2000, Fischer 2000). Metodologinen kehitys asiantuntijuuden ja tulevaisuustiedon suhteuttamisessa toisiinsa on vielä jossain määrin lapsenkengissään (Loveridge 2002).

Perinteistä ymmärrystä kapeasta asiantuntijuudesta on laajentanut erityisesti ns. refleksiivisen modernisaation ja refleksiivisen asiantuntijuuden teoretisointi. Taustalla ovat Giddensin (1995) ajatukset nykyajasta: kaikki kansalaiset voidaan ymmärtää maallikoiksi suhteissaan niihin lukuisiin asiantuntijajärjestelmiin, jotka vaikuttavat heidän jokapäiväiseen elämäänsä. Teknologisesta kehityksestä juontuva erikoistuminen kulkee siis yhdessä nykyaikaistumisen kanssa. Mitä enemmän erikoistuminen keskittyy, sitä pienempi on se yhteiskuntaelämän ala, jolla kukin asiantuntija voi todella olla asiantuntija.

Asiantuntijuuden moniulotteisuus ja pyrkimys refleksiivisyyteen on korostunut myös ns. asiantuntija- ja paneelimenettelyissä. Kuusen (2002) mukaan voidaan puhua horisontaalisesta ja vertikaalisesta asiantuntijuudesta. Edellinen asiantuntijuus on laaja-alaista ja tuo asiantuntijaryhmään mukanaan hyvinkin erilaisia intressejä ja näkemyksiä. Jälkimmäinen taas saattaa olla syvällistä mutta myös tiukasti fokuoitetunutta, jolloin yhteiskunnallisen keskustelun ja osallistumisen pinta on kapea, jopa sulkeva. Arvioinneissa on siis eroavaisuuksia sen mukaan, miten tiukasti asiantuntijuus määritellään. Perinteisellä tavalla esimerkiksi delfoi-menetelmä on ymmärretty rajatun asiantuntijuuden konsensus-menetelmäksi. Uudemman tulkinnan mukaan tärkeintä ei välttämättä niinkään ole kollektiivisen ongelmanratkaisun konsensus, vaan erittelevän tarkastelun ja ns. heikkojen signaalien tavoittaminen (Kuusi 2002, Tapio 2003).

Ympäristöteknologia jaetaan yleensä kolmeen osa-alueeseen: puhdistusteknologiaan, säästävään teknologiaan ja kestäväen tuotannon teknologiaan (Halonen ym. 2001). Vaikka menestyvä ympäristöteknologia on globaalia, niin teknologian kehitystyö tapahtuu suurelta osin paikallisissa verkostoissa. Yleisesti teknologian kehittymisen vaikutuksia voidaan tarkastella taloudellisen toimintaympäristön muutosten, ekologisten ympäristömuutosten ja sosio-kulttuuristen muutosten suhteen. Lisäksi tarkastelua voidaan tehdä tiettyjen odotettavissa olevien teknologiaklustereiden syntymisen ja teknologiadiffuusion näkökulmasta. Maataloudessa se tarkoittaa ennen kaikkea maatalan tuotantoon (non-food, food ja feed) sopivien tulevaisuuden teknisten ratkaisujen sekä työ- ja tuotantomenetelmien ennakoimista nykyhetken perustuen. Lisäksi maatalouteen liittyvien ympäristöteknologisten innovaatioiden sekä tuotantoprosessien ja ympäristön välisen vuorovaikutuksen vaikutustarkastelu on tärkeää.

Maatalouden ympäristöteknologia voidaankin määrittellä joko suppeasti tai laajasti. Suppeassa määrittelyssä varsinaiseksi maatalouden ympäristöteknologiaksi lasketaan vain sellaiset innovaatiot, joilla ensisijaisesti tähdätään maatalouden aiheuttamien ympäristöhaittojen vähentämiseen tai maatalouden tuottamien ympäristöhyötyjen lisäämiseen. Laajassa määrittelyssä maatalouden ympäristöteknologiaksi tulkitaan sellaisetkin innovaatiot, toimenpiteet tai tuotantokäytännöt, jotka ensisijaisesti tähtäävät esimerkiksi maataloustuotan-

non tuottavuuden ja kannattavuuden parantamiseen, mutta joilla samanaikaisesti on myös selvästi havaittavia myönteisiä ympäristövaikutuksia. Tästä hyvänä esimerkkinä on bioenergiantuotanto. Tässä tutkimuksessa pyritään tulkitsemaan maatalouden ympäristöteknologia suhteellisen väljästi. Ympäristöteknologian ennakkoinnissa on hyvä ottaa kantaa myös siihen, mitä muutoksia institutionaalisessa toimintaympäristössä tarvitaan, jotta tietyt, esimerkiksi kestävä kehityksen kannalta suotaviksi katsotut ympäristöteknologiset innovaatiot ja toimintatavat yleistyisivät. On myös huomattava, että ympäristöteknologian ennakkointiin on sisällytettävä riskit, jotka etenkin tietointensiivisen teknologian ja bio- ja geeniteknologian kyseessä ollessa voivat olla aivan uudentyypisiä.

## **2 Aineisto ja menetelmät**

### **2.1 Delfoi-menetelmästä**

Ympäristöteknologian käytön tulevaisuuden mahdollisuuksia maataloudessa kartoitettiin EKOKEMA-hankkeessa asiantuntijanäkemyksen perusteella. Asiantuntijanäkemys ja -lostitettiin kolmen tutkimusteeman mukaisesti vaihtoehtoisiksi tulevaisuuspoluiksi, jotka kietytyssä muodossa kertovat vaihtoehtoisista maatalouden ympäristöteknologisista tulevaisuuksista. Vaihtoehtoisten tulevaisuuspolkujen pyrkimyksenä onkin luoda loogisesti etenevä tapahtumasarja, jonka tarkoituksena on näyttää, miten mahdollinen, joko todennäköinen, tavoiteltava tai uhkaava tulevaisuudenkuva kehittyy nykytilasta (Mannermaa 1999). Tämä laajemmin tunnettu skenaariomenetelmä voidaan nähdä yhdeksi strategisen suunnittelun ja päätöksenteon välineeksi (ks. esim. Ringland 1998, van der Heijden 1999, Fahey & Randall 1998).

Tulevaisuudenkuvien ja -polkujen muodostuksessa käytettävät asiantuntijanäkemyskerätettiin tulevaisuudentutkimuksessa paljon käytetyn Delfoi-menetelmän avulla. Delfoi-menetelmän pääasiallisena sovellutusalueena oli alkuvaiheessa 1950-luvulla nimenomaan teknologian tulevan kehityksen ennustaminen, jolloin asiantuntijoiksi tunnistetut henkilöt toimivat tulevan kehityksen projisoijina (Kuusi 1999, Kuusi ym. 2001, Linstone & Turoff 2002). Sittemmin on siirrytty todennäköisimmän tulevaisuuden ennustamisesta enemmänkin vaihtoehtoisten kehityspolkujen hahmottamiseen ja myös toivottavan kehityksen arviointiin (Turoff 1975, Tapio 2003). Delfoi-menetelmä onkin nykyisin yksi monista asiantuntijoiden kannanottojen keruumenetelmistä, joilla pyritään arvioimaan tulevaisuuden kehitysmahdollisuuksia. Linstone & Turoffin (2002) mukaan Delfoi-tekniikkaa voidaan luonnehtia ryhmän kommunikaatioprosessin strukturointimenetelmäksi, jossa autetaan yksilöiden muodostamaa ryhmää käsittelemään yhteistyössä mutkikasta tulevaisuutta koskevaa kysymystä.

Delfoi-tekniikan perusajatuksena on määritellyn asiantuntijapaneelin subjektiivisten tulevaisuuden kehitysarvioiden kokoaminen ja generointi tulevaisuudenkuviksi tai skenaarioiksi tulosten uudelleenarvioinnin kautta. Delfoi-menetelmän monia nykyisiä versioita voi kutsua skenaariomenetelmiksi. Siinä eri kantoja tulevasta kehityksestä edustavat asiantuntijat

hahmottelevat Delfoi-prosessin kuluessa tulevaisuusarvioilla ja niiden perusteluilla erilaisia skenaarioita. Delfoi-tekniikan eri versioita yhdistää menetelmällisesti vastaajien anonymiteetti, useampi kuin yksi kyselykierros sekä vastaajien mahdollisuus palautteenantoon (Kuusi 1999, 2002, Kamppinen ym. 2002).

Bell (2000, s. 262) jakaa Delfoi -menetelmän toteuttamisen kahdeksaan vaiheeseen. Vaiheet ovat tutkimusteeman tai -aiheen tarkentaminen, aineiston keruumenetelmän määrittäminen (mm. kyselylomakkeen tai haastattelurungon rakentaminen), asiantuntijoiden valinta, kyselyn tulosten alustava tulkinta, aineiston organisointi ja yhteenveto alustavan tulkinnan pohjalta, kommunikointivaihe eli palautteen hankinta vastaajilta, vastausten uudelleenarvointi ja mahdollisten muutosten ja argumentoinnin lisääminen ja analyysi, tulkinta, aineiston esittely sekä lopullinen raportti.

Tässä tutkimuksessa käytettiin kaksivaiheista Delfoi-sovellusta, joka pohjautuu Kuusen (1999) kehittämään argumentointiin perustuvaan lähestymistapaan (nk. Argument Delphi). Se puolestaan kuuluu ”politiikka-Delfoi”-sovellusten päähaaraan (Policy Delphi). Poliitiikka-Delfoin tarkoituksena on päätöksenteon palveleminen, todennäköisen ja toivottavan tulevaisuuden erottelu ja erilaisten ristiriitaistenkin näkemysten olemassaolon tunnistaminen (Turoff 1975). Delfoi-tutkimus aloitettiin aktorianalyysillä, jonka tarkoituksena oli tunnistaa ja määrittää kriteerit Delfoi-työskentelyyn kutsuttavien asiantuntijoiden osalta. Paneelin valinnan tarkoituksena ei ollut tilastollinen otanta, vaan riittävän kompetenttien ja riittävän montaa asiantuntemusalaa ja arvolähtökohtaa edustavien asiantuntijoiden löytäminen (15–20 asiantuntijaa). Delfoi-tutkimuksen tyyllisessä asiantuntijamenetelmässä asiantuntijapaneelin valinta on tärkeä vaihe (Linstone & Turoff 2002, Kuusi 1999). Valinnan tulee perustua sekä tiedolliseen että arvoihin perustuvaan asiantuntemukseen siten, että käsitellyssä oleva tutkimuskohteen kysymyksenasettelut tulevat kokonaisuudessaan peitetyksi. Asiantuntijavalintaa käsitellään tarkemmin kappaleissa 2.2 ja 2.3.

## 2.2 Teknologia-teemojen valinta

Asiantuntijahaastattelujen perustaksi tutkijaryhmä teki maatalouden ympäristöteknologiaa koskevan kirjallisuusselvityksen nykytilasta, jossa kartoitettiin maataloutta ohjaavia ja tutkimuksen teemoihin liittyviä strategiaohjelmia, tutkimuksia ja selvityksiä ensimmäistä Delfoi-kierrosta varten. Tämän selvityksen tarkoituksena oli nostaa esille keskeisimmät maataloudelliset, ympäristölliset, yhteiskunnalliset ja teknologiset haasteet (tärkeimmät muutokset, muutostekijät ja trendit), joiden perusteella ensimmäisen kierroksen Delfoi-haastatteluiden teemarunko ja kyselylomake valmisteltiin (ks. Rikkinen 2003). Oleellisena osana tämän työn rinnalla valmisteltiin ”asiantuntijuusmatriisia”, jonka tarkoituksena oli tuottaa tutkimuksen käyttöön asiantuntijuus-ulottuvuuksia (kriteeristö), joiden mukaan tutkimukseen osallistuva Delfoi-paneeli valittiin (ks. Kuva 1). Tutkimuksen aihe-alueiksi rajautuivat ensisijaisesti sellaiset teknologiat, tekniikat ja menetelmät, joilla itse maatalouden tuotanto-toimintaan saataisiin uusia mahdollisuuksia (esim. maatilatason energiantuotanto) ja siten tuotantoa kannattavammaksi, kilpailukykyisemmäksi sekä ympäristöystävällisemmäksi.

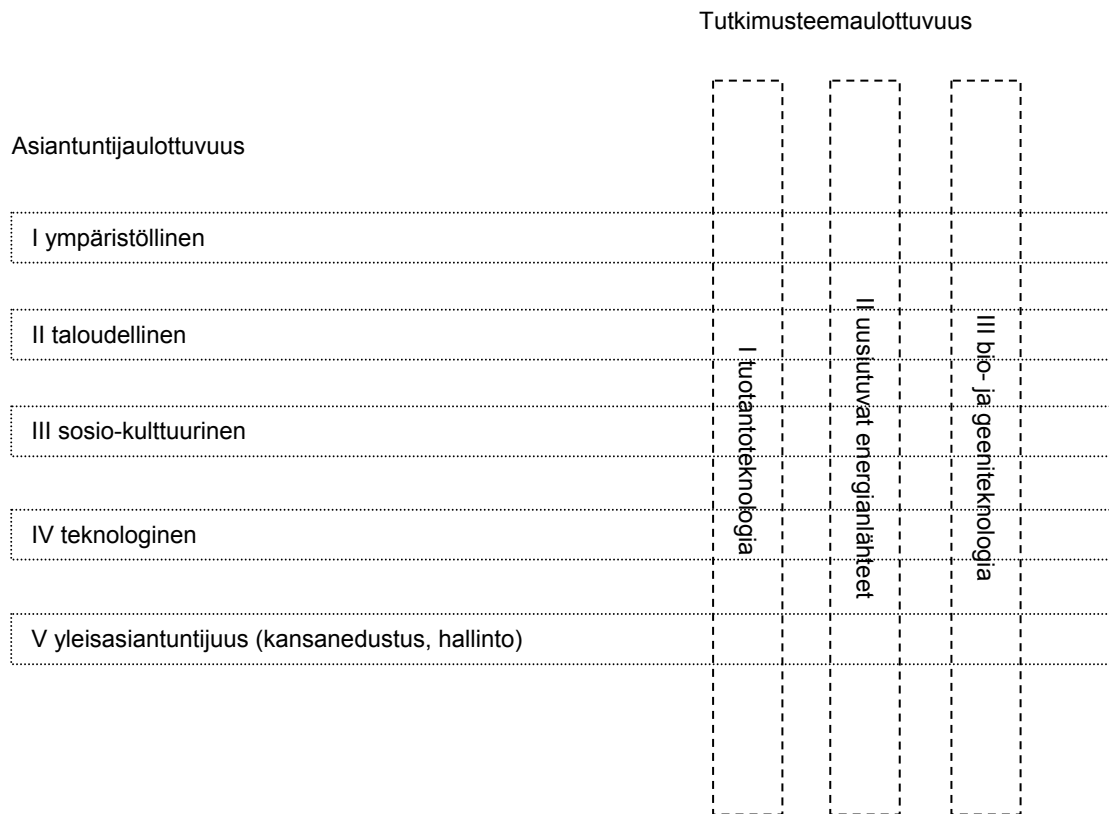
Tutkimuksen teknologiateemoiksi määriteltiin (1) maatalouden tuotantoteknologiset vaihtoehdot, (2) vaihtoehtoiset energianlähteet maataloudessa ja (3) maataloudessa sovellettavan bio- ja geeniteknologian vaihtoehdot. Tutkimuksen aikahorisontiksi valittiin 20 vuotta, joka on riittävän pitkä aika prototyyppivaiheen teknologioiden kasvamiseksi merkittävään markkinaosuuteen. Lisäksi 1. kierroksen haastattelulomaketta varten kartoitettiin eräitä näihin teemoihin liittyviä avainindikaattoreita perustuen pidemmän aikavälin historialliseen tilastointiin, joihin Delfoi-panelisteilta pyydettiin tulevaisuusnäkemyksiä. Avainindikaattoreita käytettiin eräänlaisina haastattelujen avausheräteinä, joiden kautta edettiin aihetta koskevasta yleisestä keskustelusta ja kehityksestä yksityiskohtaisempiin osatekijöihin ja kehitysnäkemyksiin.

## 2.3 Asiantuntijoiden valintakriteerit

Asiantuntijavalinnan periaatteissa käytettiin perinteistä näkökulmaa, joka on yleinen muun muassa komitean asettamisessa. Paneeli muodostettiin siten sellaisesta asiantuntemuksesta, josta tutkimuslähtökohtiin perustuen haluttiin tulevaisuustietoa. Tätä varten hahmoteltiin matriisitaulukko (Kuva 1), jonka avulla voi läpinäkyvästi tarkastaa, ovatko olennaiset osaamisalueet mukana tutkimuksessa. Paneelissa ei sinänsä haeta tilastollista edustavuutta, vaan tutkimuksen kannalta tärkeiden näkökulmien mahdollisimman hyvää peittoa. Erityisasiantuntemusta tukevat paneeliin valitut yleisasiantuntijat.

Delfoi-paneeliin valituista jokaisella on oma erityisasiantuntemuksensa, johon haastattelu pääasiassa keskittyi. Haastattelijan tarkistuslista oli siten suuntaa-antava siinä mielessä, että haastateltava itse eniten ”määräsi” haastattelun kohdistumisesta kyselylomakkeen antaman raamin mukaisesti. Haastattelijan käyttämässä tarkistuslistassa oli tutkimusryhmän senhetkinen näkemys siitä, mitä ryhmä piti teknologian kehityksen kannalta tärkeänä, mahdollisena jne. Panelistien tehtävänä oli siten myös haastaa tämä listaus ja tuoda omia näkemyksiään siihen. Koska aiheet tarkistuslistassa määräytyivät tutkimusteemojen mukaan, kaikkia tarkistuslistan asioita ei käyty jokaisessa haastattelussa läpi.

Delfoi-paneeliin valitut asiantuntijat ja valinnan kriteerit näkyvät kuviossa 1. Paneelin valinnassa käytettiin kolmea pääulottuvuutta eli 1) teemakohtaista asiantuntijuutta, 2) koulukunta-kohtaista asiantuntijuutta ja yleis/erityisasiantuntijuutta. Kolmantena ulottuvuutena oli maatalousteknologiatoimijoiden mahdollisimman laaja kattavuus teknologiayrityksistä, tutkimuksesta, hallinnosta, maanviljelijöistä, etujärjestöistä, kansalaisjärjestöistä ja eduskunnasta. Paneelin koko oli ensimmäisellä kierroksella 18. Toisella kierroksella kaksi asiantuntijaa lisättiin tuomaan ympäristöhallinnon ja -tutkimuksen näkökulmaa paneeliin.



Kuva 1. Ulottuvuudet maatalousteknologisen kehityksen asiantuntijavalinnassa.

Delfoin ensimmäinen vaihe tehtiin henkilökohtaisina haastatteluina osallistujien sitouttamiseksi ja uusien teemojen esiin tuleminen mahdollistamiseksi. Ensimmäinen kierros tehtiin alkuvuonna 2005. Asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan tutkijaryhmän identifioimien keskeisten maataloudellisten, ympäristöllisten, yhteiskunnallisten ja teknologisten muutosten toivottavuutta, todennäköisyyttä ja toteutumisajankohtaa. Jokaiselle haastateltavalle soitettiin etukäteen, esiteltiin hankkeen tarkoitus ja kutsuttiin mukaan paneeliin. Ensimmäisen kierroksen haastattelulomakkeen alussa oli myös vastaava tieto tutkimuksen taustasta ja tarkoituksesta. Haastattelu eteni haastateltavan ehdoilla siten, että ensin asiantuntijalle omin tutkimusteema käytiin läpi vapaasti keskustellen. Haastattelut kestivät tunnista aina kolmeen tuntiin saakka. Haastattelut nauhoitettiin pääsääntöisesti. Yleisideana haastattelurungossa oli, että kunkin teeman alussa käytettiin kyseistä teemaa kuvaavaa heräteindikaattoria/eita, joihin asiantuntija antoi oman tulevaisuusarvionsa ja perustelunsa siihen, miksi hän näkee kehityksen menevän juuri arvioimallaan tavalla (toivottava ja todennäköinen kehitys 20 vuoden aikaperspektiivillä). Pääindikaattoreiden jälkeen haastattelu eteni teemoittain tutkimusryhmässä valmistellun haastattelijan tarkistuslistan avulla.

Delfoin toinen vaihe tehtiin postikyselynä marraskuun 2005 ja helmikuun 2006 välillä. Asiantuntijoille lähetettiin väliraportin muotoon kirjoitettu yhteenveto mediaanivastauksista, ylä- ja alakvartiileista, minimi- ja maksimivastauksista sekä keskeisistä keskenään vastakkaisista argumenteista. Asiantuntijoita pyydettiin sekä arvioimaan, miltä osin mediaanivas-

taukset vastaavat heidän omaa näkemystään että perustelemaan, mikäli he pitivät mediaani-vastausta oman näkemyksensä vastaisena. Lisäksi asiantuntijoiden toivottiin ottavan kantaa heidän näkemyksilleen vastakkaisiin argumentteihin. Tällaisen menettelyn tarkoituksena oli ennen kaikkea vaihtoehtoisten tulevaisuuden kehitysmahdollisuuksien tunnistaminen sekä niitä tukevien tai vastustavien perusteluiden jäsentäminen.

### **3 Tulokset ja tulosten tarkastelu**

Seuraavissa luvuissa esitetään Delfoi-kierrosten aikana kerätyt pääindikaattoreihin liittyvät tulevaisuusarviot sekä niihin liittyvä argumentointi vaihtoehtoisina tulevaisuuspolkuina. Toivottavasta sekä todennäköisestä tulevaisuudesta on ensinnä esitetty paneelin vastausten mediaaniin perustuva näkemys, jonka lisäksi todennäköisestä kehityksestä on esitetty lisäksi minimi- ja maksiminäkemykset. Kappaleiden 3.1–3.3 teksti perustuu asiantuntijapaneelin antamiin henkilökohtaisiin haastatteluihin. Kustakin haastattelusta tehtiin heti haastattelun jälkeen muistio, johon paneelin asiantuntijoiden tulevaisuusarviot ja argumentointi on koottu. Tämä raportti sisältää siten sekä haastattelulomakkeelta tallennetut tulokset että haastatteluissa esitetyt tulevaisuusnäkemykset argumentteineen.

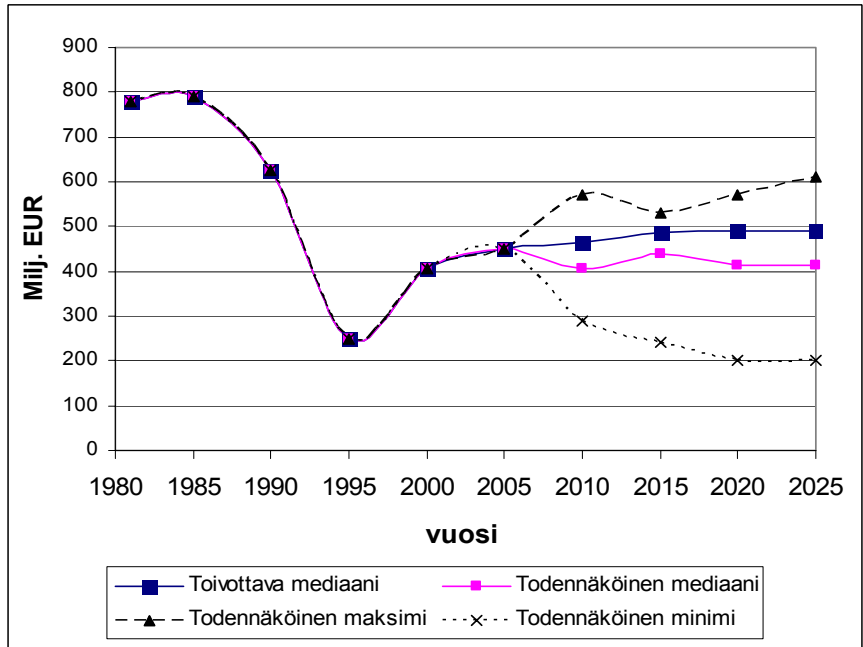
#### **3.1 Maatalouden tuotantoteknologiset vaihtoehdot tulevaisuudessa**

Maatalouden rakennekehityksessä nähtiin yleisesti trendi, jossa maataloustuotanto keskittyy maantieteellisesti suotuisimmille alueille Suomessa. Siten tulevaisuuden maatalousalue keskittyisi Etelä- ja Länsi-Suomeen ennen kaikkea kasvintuotannossa. Keskisessä sekä Itä- ja Pohjois-Suomessa maatalouden merkitys tulee todennäköisesti vähenemään, koska tehokkuus jää alemmalle tasolle. Kuitenkin tehokkaan karjatalouden nähtiin voivan menestyä näissä osissa. Lisäksi maataloustuotanto keskittyy vastaajien enemmistön mukaan kaupunkien ympärille palvelemaan siten myös paikallista kulutusta.

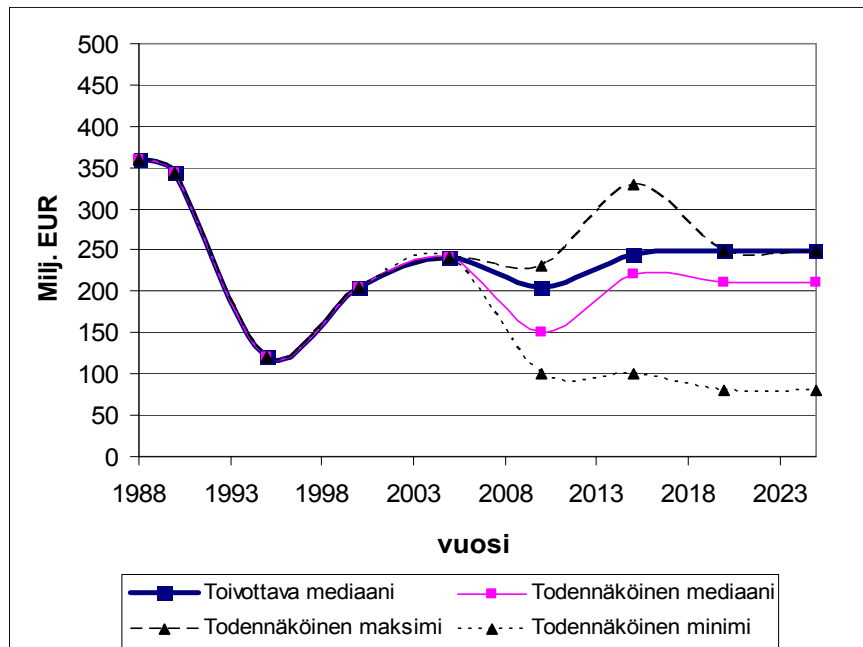
Maatalouskoneiden kokonaisymyynnissä ei nähty pitkällä aikavälillä suuria muutoksia (Kuva 2 ja 3 (tilastoitu myynti on esitetty keskiarvoina viiden vuoden jaksoissa)); myynti asettuu suurin piirtein sille tasolle, jossa se on ollut EU-aikana. Konekanta voi pienentyä, mutta sen käyttötehokkuus kasvaa. Kapasiteetin lisäämisen sijaan konekannan erikoistuminen lisääntyy. Tulevaisuus ei välttämättä ole yhä suuremmissa ja raskaammissa koneissa, vaan erikoiskoneissa, joissa käytettävä automaatio ja robotiikka vähentävät työvoiman tarvetta. Siten myös yksikköhinnat konehankinnoissa nousevat. Lisäksi koneurakoinnin nähtiin edelleen lisääntyvän yhteiskonehankintojen ohella. Sadonkorjuukoneissa siirrytään suurempiin järjestelmiin. Lisäksi merkittävänä nostettiin esille kasvukauden alun tekniikka, ja siinä suurimpana haasteena kasvukauden alun vaiheet ja sen olosuhteiden hallinta kuten vesitalous ja kasvukauden alun kosteus. Jos kasvukausi pitenee esimerkiksi ilmasto-olosuhteiden muuttuessa, kevään ruuhka-aihe tuotantotöissä vähenee tiloilla ja jakaantuu pidemmälle aikavälille.



Teknologian käyttöönotossa maatalous ottaa teollisuudesta oppia, muun muassa verkon kautta voidaan ladata esimerkiksi traktorin ohjelmistoja, muuttaa työkoneiden asetuksia tai korjata käyttöongelmia. Sadonkorjuussa voidaan käyttää itsekulkevia laitteita, logistiset järjestelmät lisääntyvät ja niihin tullaan panostamaan yhä enemmän.



Kuva 2. Maatalouskoneiden kokonaismyynti Suomessa.



Kuva 3. Traktoreiden kokonaismyynti.

Koneryhmien myynnin suhteen (Taulukot 1 ja 2) paneelin näkemys oli, että myynti keskittyy ensinnäkin talouskeskuskoneiden (viljan lajitteluun ja kuivaukseen käytetyt koneet, myllyt, rehunsekoittimet, karkearehun käsittelylaitteet, lypsykoneet, -asemat ja robotit, ruokkijat, lannanpoistolaitteet) sekä rakennusten että rakennelmien myyntiin (elementtirakenteiset tuotantorakennukset, lietesäiliöt, lantaritilät, kalusteet, siilot). Karjatalouspuolen nähtiin investoivan vahvemmin, ja rakennusten lisäys nähtiin perusteena myynnin kasvulle. Maatilalla itse rakentamisen määrä vähenee; rakennukset ostetaan ulkopuolelta, sillä investoinnit ovat suurimittakaavaista rakentamista. Sadonkorjuu- ja peltoviljelykoneisiin investointi näyttää heikommalta, tosin siirto- ja kuljetuskoneiden myynnin (perävaunut, kiinteän ja lietelannan levitysvaunut, maan ja lumensiirto, kuormaimet) nähtiin lisääntyvän jonkin verran.

Kasvintuotannon osalta paneeli arvioi (ks. Kuva 4), että pellolle mennään kasvukaudella yhä harkitummin; pellon käsittelykerrat vähenevät puolella toivottavasti vuoteen 2011 ja todennäköisesti 2016 mennessä. Työvaiheita yhdistetään ja kevyemmät menetelmät yleistyvät peltoa kasvukuntoon laitettaessa. Traktoreiden voimanlähteistä arvioitiin, että 25 % olisi varustettu niin sanotulla hybriditeknikalla (polttomoottorin ja sähkömoottorin yhdistelmällä) toivottavasti vuoteen 2012 ja todennäköisesti vuoteen 2018 mennessä. Biopolttoaineiden käytöstä traktoreiden voitelu- ja polttoaineena paneeli oli optimistinen; toivottava osuus oli 55 % ja todennäköinen 35 % käytetystä polttoaineesta vuoteen 2025 mennessä. Selvitysten mukaan myös Suomessa on taloudellinen perusta muun muassa rypsiin perustuvalla polttoainetuotannolle. Biodieselin menestymistä voidaan edesauttaa myös oikein kohdistetuilla politiikkatoimenpiteillä (Vihma ym. 2006).

Taulukko 1. Koneryhmien myynnin toivottava kehitys (ääriarvot: -3 vähenee nykytasolta voimakkaasti, +3 lisääntyy nykytasolta voimakkaasti).

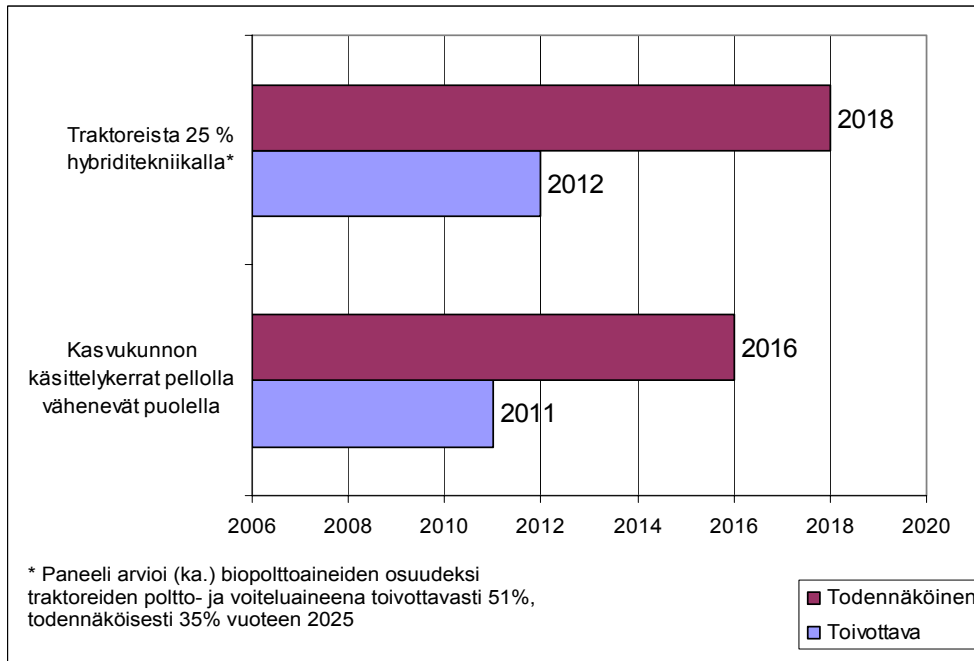
#### KONERYHMIEN MYYNTI: TOIVOTTAVA KEHITYS

	N	Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskihajonta
Sadonkorjuukoneiden myynti	9	-1	2	0	1,09
Peltoviljelykoneiden myynti	9	-2	3	-1	1,66
Siirto- ja kuljetuskoneiden myynti	9	-2	2	1	1,42
Talouskeskuskoneiden myynti	8	-2	2	1	1,39
Rakennusten ja rakennelmien myynti	8	-2	2	1	1,22

Taulukko 2. Koneryhmien myynnin todennäköinen kehitys (ääriarvot: -3 vähenee nykytasolta voimakkaasti, +3 lisääntyy nykytasolta voimakkaasti).

#### KONERYHMIEN MYYNTI: TODENNÄKÖINEN KEHITYS

	N	Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskihajonta
Sadonkorjuukoneiden myynti	9	-3	1	0	1,36
Peltoviljelykoneiden myynti	9	-3	1	-1	1,27
Siirto- ja kuljetuskoneiden myynti	9	-1	2	1	0,97
Talouskeskuskoneiden myynti	8	-2	2	1	1,51
Rakennusten ja rakennelmien myynti	8	-2	2	1	1,41



Kuva 4. Tuotantoteknologiaan liittyviä tulevaisuusarvioita\*.

\*Väittämä 1: Työvaiheita yhdistetään ja kevyemmät menetelmät yleistyvät jolloin kasvukuntoon laitettavan pellon käsittelykerrat vähenevät 50%.

Väittämä 2: Traktoreista 25 % on varustettu ns. hybriditekniikalla (polttomoottorin ja sähkömoottorin yhdistelmällä).

### 3.1.1 Argumentointi kolmen vaihtoehdon suhteen

Seuraavissa kappaleissa esitellään haastatteluiden avulla kerätty argumentointi maatalouden tuotantoteknologisista vaihtoehdoista. Kappaleiden 3.1.2–3.1.3 argumentoiva keskustelu on koottu haastatteludokumenteista siten, että yleinen maatalan tulevaisuutta ja teknologiaa koskeva keskustelu sekä kestävän maatalouden näkökulma on esitetty ensiksi. Yleinen keskustelu kuvaa aineistosta sitä keskustelua, jota haastatteluissa käytiin ennen siirtymistä spesifisiin teemoihin tai teknologioihin ja asiantuntijan omimpaan erityisalaan. Sen jälkeen avainindikaattorien tulosjaottelun mukaisesti on esitetty kolme vaihtoehtoa, jotka on jäsentelty kahteen ääri vaihtoehtoon ja yhteen mediaaninäkemykseen (vahvasti teknologiaan luottavat, neutraalisti suhtautuvat sekä teknologiakehitystä epäilevät). Argumentointi perustuu pääsääntöisesti itse haastattelussa saatuihin perusteluihin. Tämän lisäksi pieni osa panelisteista esitti tarkentavaa materiaalia toisella kierroksella, joka on soveltuvin osin otettu mukaan argumentteihin.

### 3.1.2 Yleinen keskustelu tulevaisuuden maataloudesta ja teknologiasta

Seuraavien 20 vuoden aikana maatalous siirtyy pohjoisemmaksi globaalisti katsoen ilmastomuutoksen vaikutuksesta. Suomen maatalouteen vaikuttaa yhä voimakkaammin lähialueen, Venäjän maatalouspolitiikka ja myös sen maatalouden pohjoistuminen. Siten Pohjois- ja Keski-Euroopan merkitys Euroopan tason maataloudessa korostuu. Tulevaisuudessa maatilat, joihin on kehitetty kustannustehokkaat tuotantojärjestelmät (mm. investoinnit on pidetty kunnossa), pärjäävät parhaiten. Kustannustehokkuus on Suomen maatalouden tärkein yksittäinen menestystekijä. Kuitenkin paneelin mukaan myös muut arvot, jotka ovat ominaisia pohjoiselle maataloudelle, on otettava huomioon. Siten voidaan varmistaa elinkelpoinen toimiala.

Suomessa maatalous tulee keskittymään parhaille alueille Etelä- ja Länsi-Suomeen. Tämä tulevaisuuden maatalousalue on pääasiassa kasvin- ja puutarhatuotannon aluetta. Keski-Itä-, ja Pohjois-Suomessa maatalouden rooli tulee muuttumaan, sillä tehokkuutta on vaikea parantaa tuotannossa. Tällä alueella ainoastaan tehokas karjatalous voi menestyä paikallista kulutusta varten. Sekin keskittyy kaupunkien ympärille. Tuotantoyksiköt kasvavat (tuotantoyhteistyö ei välttämättä lisäännä) ja tuotteiden markkinointi tapahtuu yhteistyössä. Tulevaisuuden maatila on kokoluokaltaan nykyistä selkeästi suurempi yritys, jossa työskentelee myös muuta palkattua työvoimaa. Suomessa nähtiin olevan meneillään ylimenokausi maatalouden rakenteen muutoksessa. Siten olisikin tärkeää varmistaa, että laitteet, koneet ja muu teknologia olisi helposti otettavissa käyttöön esimerkiksi energiantuotannossa. Maatilayritys on tuotantoyksikkönä sikäli harvinainen, että tuottaja valvoo tuotantotiloja lähes taukoamatta vuorokauden ympäri. Yritystoimintaan sitoutuminen on siten vahvempaa ja myös kuormittavampaa.

Kotieläintuotannon toivottavaa kehitystä olisi laajaperäistyminen, jossa olisi vähemmän yksittäisiä suljettuja maatilayksiköitä jätteidenkäsittelyyn, ja siten ravinnekierroksen paremman hallinnan takaamiseksi. Se tukisi erityisesti eettistä eläintuotantoa ja varsinkin luomukotieläintuotantoa. Maataloudessa voisi ajatella myös sopimustuotantomalleja, jotka korostaisivat ympäristöarvoja ja maisema-arvoja. Siinä tilan monimuotoisuus ja monipuolinen tuotanto olisivat lähtökohtana päinvastoin kuin vallitsevassa tuotannon tehostamiskehityksessä. Tällä hetkellä luomutilatkin erikoistuvat tuottamaan tiettyjä tuotteita. Siten paneeli tulkitsee nykyisen kehityksen tuotannon, viljelykierron ja tuotteiden yksinkertaistumisena. Tämä taas vaikuttaa markkinakanavien valintaan, ja siihen onko tuotettu ruoka lähiruokaa vai keskitettyä. Kotieläintuotannon yksittäisistä aloista muun muassa hevostalouden nähtiin esimerkkinä toimialasta, johon kannattaa panostaa, sillä se palvelualana on selkeästi vahvistunut viime vuosina.

Puutarhatuotannon oletetaan olevan nousussa, sillä tähänkin asti ala on kehittynyt pienemmällä tuella. Puutarhatalouden taloudellinen arvo tulee edelleen nousemaan. Viljelyssä tulee olemaan sellaisia kasveja, joissa pääoma liikkuu keskitetympään. Tällöin pienemmältä pinta-alalta saadaan suuremmat tulot. Lisäksi viherrakentaminen ja siihen liittyvä urakointi urbaanissa ympäristössä on tulevaisuuden maataloustoimialaa, joka tulee kehittymään vahvasti.

Paneelin mukaan ilmastoskenaariot (ja niiden taustalla oleva ilmastonmuutostieto) osoittavat, että Suomenkin ilmasto voi muuttua jo tarkasteltavan 20 vuoden aikana. Tämän vaikutuksesta perusmaataloudessa viljelytoimia voidaan aikaistaa 1–4 viikkoa. Sillä on erityisesti keväällä ratkaiseva merkitys biologisesti, syksyn lämpenemisellä ei sinänsä saavuteta hyötyä perusmaataloudessa. Syksyn pitenemisellä on merkitystä ainoastaan talvehtiville kasveille puutarhatuotannossa.

Kasvintuotannossa yleisesti tuotannon logistiikan nähtiin siirtyvän yritystoiminnaksi ja urakointityöksi. Koneiden yhteiskäyttöä paneeli ei pitänyt vahvistuvana trendinä. Lihantuotannossa tulevaisuudessa lisääntyvät erityisesti eri tuotannon vaiheisiin erikoistuneet tilat (vasikkakasvattamo, lihanaudat jne.). Kehitys on samanlaista kuin sianlihan tuotannon satelliittisikaloissa. Siten yhteistuotannon sijaan todennäköisemmin yleistyy niin sanottu ”tuottajarinki” -mallinen tuotanto.

### **3.1.3 Kestävyyden näkökulmia tulevaisuuden maataloudessa**

Suurin osa paneelistä näki, että maatalouden ympäristövaikutusten hallinnassa pitäisi panostaa siihen, että ravinteet pysyvät paremmin kierrossa mukana. Tästä esimerkkinä on täsmäviljely, jossa ravinteita annetaan kasvupaikan tarpeiden mukaisesti. Ravinteiden tarkemman kiertokulun, huuhtoutumisen ja tuotannon tarkempi tarkastelu sekä mittaaminen olisivat toivottavaa. Karjataloudessa pistemäinen kuormitus tulee suureksi karjakoon kasvaessa. Jos tuotannossa tapahtuu onnettomuuksia, seurauksena voi olla vakava kuormitus. Konekoon kasvaminen aiheuttaa myös maan tiivistymistä. Pohjoisen maatalouden erityispiirteet asettavat kuitenkin Suomessa konekoon kasvattamiselle rajansa. Muokkaustavoissa ja energian käytössä on eroja, joihin maalajitkin vaikuttavat.

Osa paneelistä ajoi maatilaa ja maataloutta osaksi ekologisen teollisuuden järjestelmää, jossa periaatteena on tuotannon ketjutus, sivutuotteiden kierrättäminen, jätteen lannoitteena hyödyntäminen sekä ravinteiden ja energian tehokkaampi kierrättäminen. Tulevaisuudessa ravinnevirrat pitää ottaa tarkemmin huomioon – lajiluokkia muun muassa lietteessä voisi olla monia niiden hyödynnettävyyden suhteen (esim. ekologinen lannoite, elintarvikekelpoinen lannoite peltoviljelyssä, rehukelpoiset lietteet, peltoenergiatuotantoon sopivat, viherpenkat ympäristörakentamiseen sopivat sekä varsinainen jäte). Esimerkiksi BAT-teknologia (paras käytettävissä oleva teknologia) on yrityksen tason optimointia. Aiemmin jätettä on katsottu omana kokonaisuutenaan – ei sivutuotteena - ja sen hyödyntämismahdollisuutena, nyttemmin on lisätty elinkaaritarkastelua ja ketjutettuja yrityksiä. Maatalouteen tarvittaisiin siten uusi tuotantosuunta: energia- ja ympäristötuotantosuunta, joka tuottaisi lähiravinteista lähienergiaa lähialueelle paikallisesti.

Paneeli tulkitsee, että Suomen maataloudella ei ole mahdollisuuksia pärjätä ilman huipputeknologiaa; tähän vaikuttaa jo pelkkä pysyvä maataloustuotannon luonnonhaittakin. Teknologinen kehitys on siten ratkaisevassa asemassa myös kestävyyden näkökulmasta. Jos rakennekehityksen seurauksena nykyistä maatalouskoneistoa (ja koko infrastruktuuria) ajetaan alas, uuden koneiston järjestäminen tarpeen tullen kestää kauan.

Maataloudessa ympäristömyönteisen kehityksen tulisi olla uskottavaa. Erityisesti alueellinen keskittyminen aiheuttaa lantaongelmaa. Lanta ei ole vielä niin arvokasta, että sen hyödyntämistä vietäisiin täysillä eteenpäin esimerkiksi biokaasujalostamisen muodossa. Lisäksi isoissa eläinyksiköissä voi tulla tautiongelmia sekä maisema- ja ympäristöongelmia. Ongelmiin pitäisi pyrkiä vastaamaan kehittämällä maataloudelle kestävämpi strategia alan eri toimijoiden kuten ympäristöjärjestöjen ja viranomaistahojen yhteistyönä.

Rakennusvaiheessa olisi suunniteltava enemmän esimerkiksi lantalogistiikkaa (varastot suuria) ja toimien oikea-aikaisuutta ajatellen. Näillä voidaan vaikuttaa suoraan tuotannon ympäristövaikutuksiin. Eläinpuolella ravinnepäästöjen vähentäminen on tärkeää ympäristön kannalta. Myös eläinten hyvinvointi ja terveys, rehujen hygieeninen laatu ja laadun seuranta ovat tärkeitä. On mietittävä kannattaako nurmirehusta siirtyä viljarehuun ja miten siirtymisen vaikuttaa ympäristöön. Parannettavaa löytyy myös jaloittelutarhoista.

### **Vahvaan maatalouden tuotantoteknologiakehitykseen luottavien argumentointi**

- Kotieläintuotanto ulkoistaa pellot, yhteistoiminta ei välttämättä etene, mutta urakointi ja alihankinta ovat vahvistuva suuntaus eli palvelut ulkoistetaan ja siten ostopalvelut lisääntyvät.
- Kasvihuonetuotannon arvo kasvaa, siinä Suomi on biologisesti maailman parasta aluetta, kevät on biologisesti tehokkainta aikaa lämpötilankin suhteen, ei tarvitse lisälämmittää ollenkaan, jos tekniikka kehittyy, tehokkuus kasvaa edelleen.
- Kapasiteettia ei tarvitse välttämättä lisätä, erikoistuminen lisääntyy ja sen käyttötehokkuus, ei raskaita koneita, vaan erikoiskoneita lisää, yksikköhinnat per kone nousevat.
- Konekoko ei välttämättä kasva, koneen sisältämä teknologia lisääntyy, traktorimarkkinoilla kappalemäärät vähenevät, mutta euromäärä välttämättä ei.
- Konekoko on viime vuosina kasvanut ja teknologian hinta laskenut, tiedonsiirto langattomasti mahdollistaa kehitystä.
- Suorakylvökoneiden tulo nostaa jo itsessään konekannan määrää.
- Siirto- ja kuljetuskoneissa logistiikkaan panostetaan enemmän.
- Sadonkorjuukoneissa siirrytään isompiin järjestelmiin, tietoteknologiset sovellukset, kasvien malit, oikeat viljelyjärjestelmät.
- Peltokasvien tuotantoteknologia on valmis, biologinen katto on saavutettu – tärkeäksi muodostuu tiedon siirto käytäntöön tutkimuksesta, tulevaisuudessa siirretään enemmän kasvihuonetietoutta avomaaviljelyyn.
- Tekniikan hallinnassa pellolla on potentiaalia kehittää, esim. automaattinen hallantorjunta, kastelu-järjestelmät, lannoitus, ennakoiva kasvinsuojelu.
- Kasvihuoneen energiatalous tärkeä kysymys, pitäisi pystyä hyödyntämään valaistuksen hukkalämpö, aurinkoenergia myös, tällä hetkellä tuulettamalla joudutaan tasaamaan.
- Peltoenergia (ei metsästä puupilkettä) voidaan ottaa maatalouden käyttöön polttamalla tai mädättämällä.
- Lämmön talteenoton hyödyntämistekniikat korostuvat (karjasuojat ym).

- Kestävää maataloutta ajatellen tarvittaisiin tutkimusta ja työkaluja täsmäviljelyn menetelmiin, erilaisia antureita ja menetelmiä, joilla saataisiin tietoa pellon kasvuolosuhteista esim. viljelijän kotikoneelle. Ei niinkään, että kone antaisi vastauksen mitä pitää tehdä, vaan kone antaa tietoa ja viljelijä voi käyttää sitä tietoa.
- Tarve esim. oikea-aikaisille rikka- ja hyönteistorjunnoille ja ennakkovarautumiselle kasvaa ja siihen tarvitaan esim. säätietoja ja muita tarkkoja tietoja (informaatiointensiivisyys).
- Traktorien voimanlähteet kehittyvät – niiden energianlähteenä tulee olemaan vety, biokaasu, bioreaktorista saatava metaani vrt. häkäpönttöaika.
- Kausityökoneissa, asennettava tietotekniikka tulee yhä vahvistumaan, sukupolvi, joka on saanut hyvän atk-koulutuksen vie teknologiaa eteenpäin, ottaa sitä vahvasti käyttöön.
- Tuoretavara on jatkossakin erittäin tärkeä kotimaisuuden kysynnän vahva jalka – kuluttajat haluavat tuoreita elintarvikkeita.
- Automaatio pitää kotimaisuuden pystyssä (uudet hankkeet, uudet tuotteet mm. suomurain, mesimarja puutarhatuotannossa).

### **Neutraalisti maatalouden tuotantoteknologiaan suhtautuvien argumentointi**

- Peltoketju kustannustehokkaammaksi, halvemmat tuotantojärjestelmät.
- Pellossa olevalla tuetulla osalla (arvonlisäys) on taloudellinen merkitys, joka voi syödä teknologiakehitystä.
- Kasvukauden alun tekniikka kaipaa muutosta nykyiseen verrattuna, suurin ongelma on olosuhteiden hallinta – kasvukauden alun vaiheet, kuten vesitalous kuntoon, kasvukauden alku kosteus hallintaan, siten saadaan hyötyä.
- Sovellettava teknologia traktoreissa ym. työkoneissa ei välttämättä ole mitään high-techiä, eneminkin jo koeteltua teknologiaa.
- Muokkauskoneissa ja varsinkin luomukonetutkimuksessa on kehittämistä, eroosiota vähentäviä muokkaustapoja ja suorakylvö luomussa ja siihen liittyviä asioita.
- Maataloudessa työskentelevien ihmisten määrä vähenee, tuotantomäärät voivat silti kasvaa, ainakin pysyvät ennallaan, tämä mahdollistuu teknologisoitumisen myötä.
- Maataloustuotannossa ei näy suuria notkahduksia, ei suurta kasvua.
- Sadonkorjuu, energiakasvien korjuun tulee pitämään tuotanto tason suhteellisen vakaana, peltoviljelypinta-ala pysyy ennallaan.
- Painotus nykyteknologian soveltavaan käyttöön, se pitää oppia kunnolla ympäristössä, kokonaisvaltainen teknologian integrointi.
- Robottiikan ja ruokinta-automaatiikan edesauttamana saadaan paljon tietoa eläimestä. Ei tule maksamaan niin hirveästi. Lehmiiä tilalla täytyy olla 50–100, jotta kannattaa. 150 lehmää vaatisi kolme robottia, jolloin ei enää ole kannattavaa (robotit tulevat liian kalliiksi, ei kannata investoida). Robottilypsäminen kannattavinta, kun käytetään koko kapasiteetti hyödyksi (50–60 lehmää).
- Perinteisen maatilan ”ulkonäössä” ei ole tulevaisuudessa (vuoteen 2025) näkyvää ulkopuolista muutosta teknologisesti.
- Pienillä tiloilla on liikaa koneita. Kun pienet tilat häviävät, tulee näkymään myös konemyynnissä. Jatkatilat puolestaan uudistavat konekantaansa. Jatkossa töitä teetetään tilan ulkopuolisissa.

- Traktorit eivät sinällään kooltaan kasva, vaan automaatiikka niissä lisääntyy.
- Katsotaan Uutta-Seelantia, yllättävän tehokas maatalous, siellä tehokkuus huipussaan, ei torpparihidadetta kuten Suomessa.

### **Maatalouden tuotantoteknologiakehitystä epäilevien argumentointi**

- Kokonaisympäristön arvo alenee, toimialan kannattavuus on heikko.
- Rakennusten ja rakennelmien, talouskeskusten investointituet eivät voi säilyä kovin kauan.
- Uuden tekniikan käyttöönoton suurin este on sadon alhainen arvo.
- Jos öljy loppuu, ikävää kaikille. Myyntimäärät laskevat, tuotantokustannukset kasvavat. Tuotteiden hinta nousisi. Poliitiikka vaikuttaa niin paljon, ettei voi sanoa varmasti, mihin ollaan menossa. Jos polttokeinoja tms. uutta tekniikkaa esitellään, myynti lisääntyy. Poliitiikan ja energian muutokset vaikuttavat erityisesti.
- Kotieläintalouden automaatiikassa mennään eteenpäin, koska se vähentää työtä. Kehityksen yhteensovittaminen on ongelma, sillä kun automaatiikka lisääntyy, karjakoko suurenee, eläimien kunnon seuraaminen vaikeutuu. Kukaan ei näe eläimiä kuten ennen, terveyden seuraaminen ja sen laatu huononee.
- Byrokratiaa on hirveästi. Aika menee paperityöhön viljelyn sijasta. EU:n tukijärjestelmät ovat monin puolin monimutkaisia ja aikaa vieviä (sekä viljelijöille että hallinnolle). Ennen tuet oli tuotetussa tuotteessa (kiloittain), nyt hehtaareissa, jolloin ei vaikuta siihen, että olisi tarve viljellä mahdollisimman hyvin joka hehtaaria. Viljelijän kannalta byrokratia ei ole kannustavaa.
- Resurssit olisivat suurempaan tuotantoon, mutta realismi on toinen, maataloutta ohjaa tällä hetkellä tukipoliitiikka ja epävarmuus, tietynlainen lyhytnäköisyys.
- Nykyään entistä enemmän pitää miettiä mitä kannattaa tehdä tilalla, mitä muualla. Teknologia on ollut niin kallista, ettei ole kannattanut tehdä investointeja.
- Tukiperusteiden muuttuessa ruokinta-järjestelmät ja lannanpoisto askarruttaa, pitää ollakin pinta-alaa.
- Uhkia teknologialle – ruoantuotanto on yhä harvempien käsissä, isompia eria kemikaaleja samassa paikassa, varastoinnit isoissa tiloissa isommissa erissä, kuinka vähiin tilat voivat mennä, perhevilljel-mät vs. osakeyhtiöpohjaiset ns. kasvottomat, voidaan myydä ulkomaille.

## **3.2 Vaihtoehtoiset energianlähteet tulevaisuuden maataloudessa**

Suomen energiankäytöstä uusiutuvan energian osuus on noin neljäsosa, mutta maa- ja puutarhatalous nojaa vahvasti fossiilisiin polttoaineisiin. Maa- ja puutarhataloudessa polttoöljy (kevyt ja raskas) sekä sähkö kattavat yli 80 % energiantarpeesta. Puun pienkäyttö kohdistuu erityisesti lämmitysenergiaan ja on alle 15 % energiantarpeesta (Huttunen 2004). Uusiutuvien energioiden teknologia on jo varsin pitkälle olemassa, mutta markkinavoimat ja yhteiskunnallinen tahto määräävät, mitä Suomen energiamarkkinoilla todella tapahtuu.

Tulevaisuuden energiamuodoista kysyttäessä asiantuntijat totesivat, ettei pienimuotoiseen energiantuotantoon ole juurikaan kannustettu. Uusiutuvien energianlähteiden laajempaa käyttöä pidettiin kuitenkin vahvasti toivottavana (Taulukot 3–4, Kuvat 5–6). Bioenergian tuotannon lisäämisen myötä maaseudulle syntyisi työpaikkoja ja Suomen



energiariippuvuus tuontienergiasta vähenisi. Asiantuntijat olivat melko realistisia ja uskoivat, että puu on lähitulevaisuudessakin merkittävin bioenergian tuotanto- ja käyttömuoto maataloudessa. Vahvasti kasvavia muita bioenergian muotoja ennakoitiin olevan muun muassa peltobiomassa sekä biokaasu. Biomassaa uskottiin käytettävän entistä enemmän sekä lämpöenergiaksi että polttoaineeksi. Erilaisten vaihtoehtoisten energiaratkaisujen arvioimiseksi asiantuntijat peräänkuuluttivat käytännön toteutuksia, joiden avulla voitaisiin osoittaa niiden kannattavuus ja ympäristövaikutukset. Suomessa ei ole vielä riittävästi esimerkkejä toteutetuista hankkeista.

Peltobiomassojen hyödyntämisen ja käytön nähtiin kasvavan voimakkaasti niin perinteisen polton kuin bioetanoli ja -dieseltuotannon raaka-aineena. Paneelin mukaan biopolttoaineiden osuus traktoreiden poltto- ja voiteluaineista olisi toivottavasti jopa 51 % ja todennäköisesti 35 % vuoteen 2025 mennessä. Paneelin mediaanivastaus ennakoii, että vuonna 2015 peltopinta-alasta 200 000 hehtaaria olisi todennäköisesti energiakasviviljelyssä (Kuva 6). Kokonaisuudessaan peltoenergian tuotantoon käytettäväksi viljelyalaksi ennustettiin lähes 400 000 hehtaaria vuoteen 2025 mennessä, mikä olisi noin 20 % koko Suomen viljelyalasta.

Yleisesti toivottiin myös, että energiakasvilajikkeet eriytyisivät selvästi omiksi lajikkeikseen, sillä esimerkiksi syötäväksi tarkoitettun viljan polttoa energiana ei nähty yleisesti toivottavana kehityksenä. Toisin kuin ruoantuotannossa energiakasvien ominaisuuksien kehittämiseen paneeli toivoi bio- ja geeniteknologiasta apua. Suurimittakaavaisemmassa polttokäytössä ruokohelpi nähtiin kannatettavimmaksi peltokasviksi. Ruokohelpin viljelyalan ennakoitiin saavuttavan 50 000 hehtaaria vuonna 2011 (Kuva 5). Biopolttoaineiden osalta etanolin tuotannossa raaka-ainepohjana toimisivat muun muassa ohra, vehnä ja sokerijuurikas, jolloin energiaraaka-ainetta tuottavat maatilat saisivat uutta liiketoimintaa. Etanolintuotanto olisi lähtökohtaisesti suurempimittakaavaista jatkojalostusta (vrt. Brasilia ja sokeriruo'osta valmistettu etanoli), jossa maatalouden rooli voisi olla lähinnä raaka-ainetuotantoa.

Asiantuntijat näkivät biokaasun selkeästi hyödynnettävänä voimavarana, johon tarvittaisiin kannustimia. Tuotannon lisäämiseksi paneeli toivoi pikaisesti kWh-pohjaisia verohelpotuksia, mutta piti niitä todennäköisenä vasta monen vuoden päästä. Suuret tilat pystyvät hyödyntämään biokaasun tuotannon tekniikkaa. Maatilamittakaavan nähtiin kuitenkin olevan vielä taloudellisesti riittämätön kannattaviin laitosinvestointeihin.

Aurinkoenergialla nähtiin olevan mahdollisuuksia muun muassa viljankuivauksessa. Lämmön talteenoton hyödyntämistekniikat korostuvat muun muassa karjasuojien ja kasvihuoneiden energiasuunnittelussa. Rakennustekniikkaan odotettiin uusia, aurinkoenergiaa tehokkaasti kerääviä ratkaisuja.

Yleisesti ottaen nähtiin, että jos energiakasveista yritetään tehdä liiketoimintaa, niin energiantuotannon tulisi olla volyymiltaan voimalaitostasolla. Tällöin siihen tarkoitettua peltoa tulee olla tasaisesti ja riittävästi käytössä peltoenergiaan keskittyneillä alueilla. Silloin tarvitaan myös jalostettuja energiakasvilajikkeita, joilla varmistetaan energiakasvisadon tasainen saatavuus vuodesta toiseen.

Tuulivoiman rooli ei välttämättä maataloudessa tule olemaan merkittävä. Tosin paneelin vastausten keskihajonta oli suurta, joka osoitti näkemysten melko voimasta jakautumista. Enemmistö kuitenkin näki tuulivoimalat esteettisenä ympäristöhaittana, joita harva haluaisi omalle tontilleen tai tilalleen. Toisaalta nähtiin myös, etteivät tuulivoimalat pienene Suomessa kooltaankaan. Lisäksi hyödynnettävät tuuliolosuhteet vaihtelevat suuresti ollakseen maatilan kannalta realistinen vaihtoehto. Tuulivoimalla on enemmänkin merkitystä kokonaisenergiantuotannossa. Vesivoiman nähtiin pysyvän entisellä tasolla, sillä parhaat mahdollisuudet on jo hyödynnetty.

Vahvana perusvaihtoehtona tulevaisuudessakin pidettiin siis metsän hyödyntämistä energiana. Energiapuun korjuun investointien kalleuden ja työvoimavaltaisuuden nähtiin kuitenkin olevan ongelmallista. Siksi puun energiakäytön lisääminen yksittäisen tilan sisällä on haasteellista. Merkittäväksi ratkaisuksi on kehittymässä energiayrittäjä, jossa maatala metsänomistajat myyvät puuta tilan ulkopuolelle lämpöenergiaksi. Asiantuntijat olettivat, että metsäteollisuus säilyy merkittävänä teollisuudenalana Suomessa 20 vuoden aikavälillä. Ennakoitiin, että tulevaisuudessa puutähteiden ja muidenkin sivuvirtojen energian hyödyntäminen lisääntyy.

Taulukko 3. Uusiutuvien energianlähteiden toivottava kehitys (ääriarvot: -3 vähenee nykytasolta voimakkaasti, +3 lisääntyy nykytasolta voimakkaasti).

#### UUSIUTUVAT ENERGIANLÄHTEET: TOIVOTTAVA KEHITYS

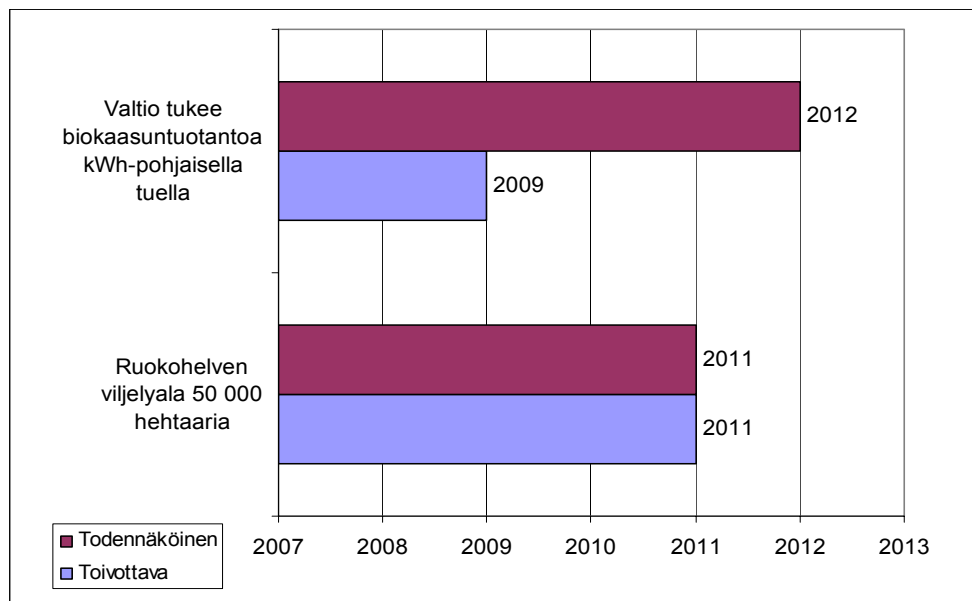
	N	Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskihajonta
Puun pienkäyttö	14	-1	3	2	1,21
Biokaasun käyttö	16	0	3	3	0,89
Tuulivoiman käyttö	14	0	3	1	1,33
Vesivoiman käyttö	14	-3	2	0	1,00
Aurinkoenergia	14	0	3	1,5	1,02
Poltettavan peltobiomassan käyttö	17	0	3	2	1,22

Taulukko 4. Uusiutuvien energianlähteiden todennäköinen kehitys (ääriarvot: -3 vähenee nykytasolta voimakkaasti, +3 lisääntyy nykytasolta voimakkaasti).

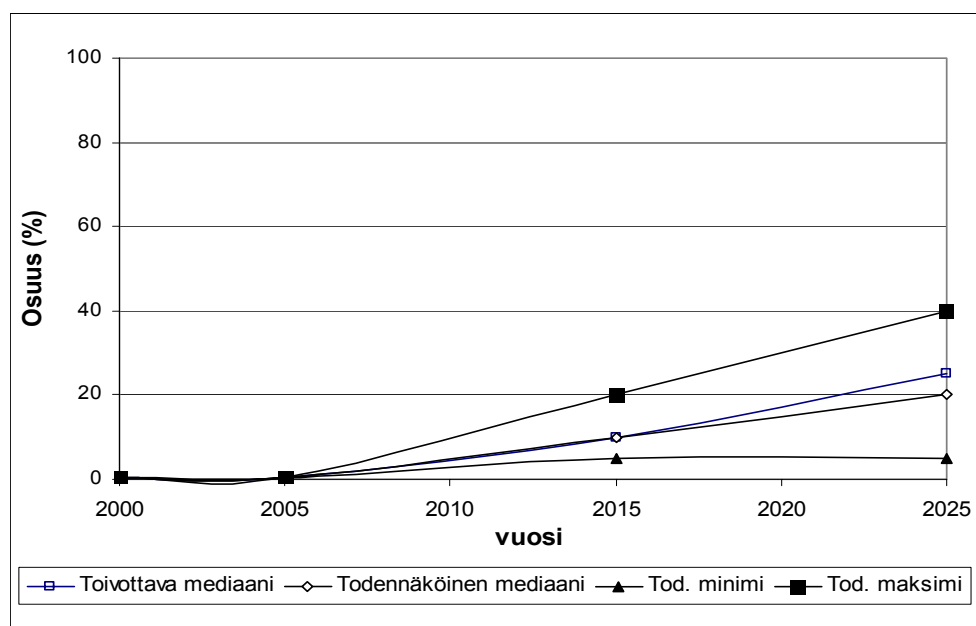
#### UUSIUTUVAT ENERGIANLÄHTEET: TODENNÄKÖINEN KEHITYS

	N	Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskihajonta
Puun pienkäyttö	14	-2	3	1,5	1,49
Biokaasun käyttö	16	0	3	2	0,97
Tuulivoiman käyttö	14	0	3	1	0,89
Vesivoiman käyttö	14	-1	1	0	0,47
Aurinkoenergia	14	0	3	1	1,21
Poltettavan peltobiomassan käyttö	17	0	3	2	1,03

Haastatteluissa esitettiin myös tarkempia näkemyksiä erilaisista uusiutuvista energianlähteistä. Paneelissa esitetyjä energianlähteitä olivat vahva panostus etanolituotantoon, maalämpö, maa- ja elintarviketuotannon sivutuotteiden uudelleenkäyttö, lämpöpumpputeknologia, vetyratkaisut, kasviöljyt sekä energiaviljan poltto. Näiden ehdotettujen uusiutuvien energianlähteiden toivottava ja todennäköinen kehitys erosivat toisistaan. Vetyratkaisujen ja energiaviljan polton todennäköinen tulevaisuus ennakoivat voimakasta kasvua, kun taas toivottavuudessa oltiin selvästi maltillisempia. Muiden esitettyjen energialähteiden osalta toivottavaa olisi niiden voimakas lisääntyminen, mutta tällaista kehitystä ei pidetty niin vahvasti todennäköisenä.



Kuva 5. Bioenergian käyttöön liittyviä tulevaisuusarvioita (keskiarvot).



Kuva 6. Energiakasvien osuus maatalouden peltopinta-alasta tulevaisuudessa (lähtötilanne v. 2005 0,5 % viljellystä peltopinta-alasta = n. 10 000 ha ruokohelpiala, muita (vilja- ja öljykasvit) tilastoimattomia energiakasveja ei ole huomioitu).

### 3.2.1 Argumentointi kolmen vaihtoehdon suhteen

Seuraavissa kappaleissa esitellään haastatteluaineiston avulla kerätty argumentointi uusiutuvien energianlähteiden hyödyntämisestä maataloudessa. Argumentoiva keskustelu kappaleissa 3.2.2–3.2.3 on koottu haastatteludokumenteista siten, että yleinen energianlähteitä koskeva keskustelu sekä kestävän maatalouden näkökulmat on esitetty ensiksi. Sen jälkeen avainindikaattorien tulosjaottelun mukaisesti on esitetty kolme vaihtoehtoa, jotka on jäsennelly kahteen äärivaihtoehtoon (minimi ja maksimi) ja yhteen mediaaninäkemukseen (uusiutuviin luottavat, neutraalisti suhtautuvat sekä uusiutuvia epäilevät). Argumentointi perustuu suurimmaksi osaksi itse haastattelussa saatuihin perusteluihin. Tämän lisäksi pieni osa panelisteista esitti tarkentavaa materiaalia, joka on soveltuvin osin otettu mukaan argumentteihin.

### 3.2.2 Yleinen keskustelu uusiutuvien energianlähteiden hyödyntämisestä

Maataloudessa on menossa murros, jossa tilat vähenevät ja karjakoko kasvaa. Pitkällä tähtäimellä energiankäytön on perustuttava uusiutuvien energianlähteiden hyödyntämiseen. Vahvana tulevaisuudenkuvana yleisesti oli, että pellot pysyvät tuotannossa tavalla tai toisella. Viljanviljelyn vaihtoehtoina ovat muun muassa kesannointi ja energiantuotannon lisääminen. Pellon nähtiin olevan arvokasta tulevaisuudessa, joten sen hyödyntämisen mahdollisuus tulevaisuudessa olisi hyvä varmistaa. Toinen Suomen valtti oli paneelin mielestä vesi. Tuulivoiman teknologian nähtiin olevan liian kallista maatalouteen. Aurinkoenergiassa ei taas saada tasaista valon määrää vuositasolla, joten sekään ei ole realistinen perusratkaisu maatilalla. Maatilat voivat saada lähitulevaisuudessa uuden liiketoiminta-alueen ja tuottavat energiaa suuremmassakin mittakaavassa esimerkiksi kuntayhteisöille.

Uusiutuvien energianlähteiden rooli nähtiin kasvavana. Raskaan teollisuuden ei nähty loppuvan Suomesta 20 vuoden aikavälillä. Suomi edustaa huippua vesivoiman hyödyntämisessä, ja tämä on rakentunut pitkälti metsäteollisuuden varassa. Tulevaisuudessa puutähteiden ja muidenkin jätteiden energian hyödyntäminen lisääntyy yhä. Maatalouden jätevirtojen (lanta, pakkausjäte, kasvijäte ym.) käsittelyyn syntyy panelistien mukaan itsenäisiä toimijoita. Näihin energiantuotantomuotoihin pitäisi olla investointiuskallusta. Realiteettina kuitenkin pidettiin, että 20 vuoden aikavälillä energiantuotannon vaihtoehtoja pitää syntyä. Paljon ratkaisee se, miten liikenne ja liikkuminen tulevaisuudessa järjestetään. Maataloudessa energiaratkaisut ovat vaikeita kiinteillä polttoaineilla, koska kulutus on epätasaista (mm. suuri kulutus sesongeilla).

Muun muassa puupohjaiset biokaasu-, pelletti-, pilke- ja klapituotanto lisääntyvät. Esimerkiksi pellettiä on vielä vähän käytössä ja sen rooli varapolttoaineena lisääntyy. Maatilan energiankäytössä puuhun tullaan nojaamaan myös seuraavien 20 vuoden aikana. Kuitenkaan tulevaisuuden maatilalla ei välttämättä ole aikaa hankkia poltettavaa puuta omasta metsästä. Suomessa toimii muutamia satoja puuta käyttävää pientä lämpölaitosta, joiden lämpöenergia lämmittää kouluja, kunnan virastoja tms. Maatila-metsän omistajat ovat alkaneet myydä

lämpöä suuremmassa mittakaavassa. Aiemmin puun myynti perustui siihen, että kunnat teki-  
vät laitosinvestoinnin ja maanviljelijät hoitivat poltettavan tavaran laitokseen ja huolehtivat  
myös lämmityksestä. Puunkäytön rinnalla voidaan hyödyntää myös muuta biomassaa, jota  
voidaan polttaa samoilla laitteilla. Biokaasun tuotanto voi kuitenkin syödä puun käyttöä  
lämmöntuotossa kun orgaaniset jätteet tuotetaan biokaasuksi. Biokaasutuotannon osalta oli-  
si perusteellisesti tutkittava, millä mittakaavalla ja miten kannattava tuotantolaitos toteute-  
taan.

Vaihtoehtoihin energiaratkaisuihin panostetaan tällä hetkellä tutkimus- ja kehitystyössä.  
Markkinakysyntä määrää, miten energiaratkaisut kehittyvät. Siksi tarvitaan demonstraatio-  
kohteita, jotka olisivat hyviä ja selkeitä tapauksia ja joiden avulla tukiohjaus myös saataisiin  
tehokkaaksi. Suomen energiantuotannon haaste on hajautettu, pienimuotoinen sähköntuo-  
tanto, sillä sähköä on vaikea varastoida. Ylijäämä pitää siten syöttää verkkoihin, joka maati-  
lalla voisi tarkoittaa naapuritiloja. Tällainen liiketoiminta voisi edetä siten, että tilat tekisivät  
yhteisiä energiantuotannon ratkaisuja laajemminkin. Pienimuotoinen energian yhteistuotan-  
to voi tiiviissä kylässä tai yhteisössä olla järkevää. Jos valtio tukisi tätä toimintaa, olisi en-  
sin selvitettävä mihin tuet kannattaisi kohdentaa. Siten investoinnit olisivat taloudellisia ja  
hyvän toiminnan edellyttämiä tukitoimia. Maatilojen energiantuotannossa voi tulla ristirii-  
taisuuksia uusiutuvien energioiden tuotannon tukemisessa; miten tuetaan tilalla käytettävää  
energiaa ja miten ulkopuolelle myytävää energiaa.

Energiaratkaisu on erityisesti kasvihuoneissa äärimmäisen tärkeä, yleisesti myös puutarha-  
taloudessa. Kasvihuoneen energiataloudessa pitäisi pystyä hyödyntämään (varastoimaan)  
muun muassa valaistuksen hukkalämpö ja aurinkoenergia. Tällä hetkellä lämpöä tasataan  
tuulettamalla. Siten lämmön talteenotto ja sen hyödyntämistekniikat korostuvat tuotannos-  
sa. Myös suljetussa kasvihuonetekniikassa syntyvä lämpö pitäisi pystyä hyödyntämään.  
Kehitettyjä ratkaisuja voitaisiin hyödyntää muun muassa karjasuojissa. Peltoviljelyssä on  
tällä hetkellä bioenergiasuuntaus meneillään muun muassa ruokohelpin viljelemisen laa-  
jentuessa. Bioenergian tuotanto pelloilla olisi päästökaupan ja sitä myötä teollisuuden sekä  
kokonaisuusmaataloudenkin kannalta hyvä asia.

Kiinteiden ja nestemäisten biopolttoaineiden tuotanto on kasvavaa, kulutus on kuiten-  
kin eriluonteista kuin biokaasulla, sillä siihen lisätään suuremmat kuljetuskustannukset.  
Suomalaisesta viljasta valmistettu etanoli ei ole tällä hetkellä kilpailukykyistä tuontietanolin  
kanssa. Energiakasveista ruokohelpin tavoitteet asetetaan korkeammalle ja yleinen näkemys  
tällä hetkellä onkin, että 50 000–100 000 hehtaaria on mahdollista saavuttaa. Tämänhetkisessä  
maatalouden rakenteen murrosvaiheessa – konekannan uudistuessa ja tuotantovälineiden  
vaihtuessa – ruokohelpituotanto on houkutteleva vaihtoehto. Voidaan perustaa bioener-  
giaterminaaleja, joihin suurempi biomassa kerätään. Biomassan tuotantoa varten Suomessa  
on riittävästi maata, asian ratkaisu on enemmänkin maankäyttökysymys. Pitäisi tehdä val-  
takunnan kaava, jossa uusiutuville energianlähteille ja niiden hyödyntämiselle osoitettaisiin  
energiantuotannon alueet. Peltobioenergian tuotannon kehittyessä konekaupan painopiste  
siirtyy perinteisestä kasvintuotantoteknologiasta bioenergiatuotantoa palvelemaan suuntaan.

### 3.2.3 Kestävyyden näkökulmia uusiutuvien energianlähteiden tuotannossa

Ympäristöä koskevassa tutkimuksessa olisi panelistien mukaan selvitettävä, mikä on kestävä kehityksen mukaista energiantuotantoa. Myös tuotannon eettisyys on tärkeä näkökohta. Uusiutuvan energian käyttö on luonnollisesti keskeistä kestävää energiaratkaisua kehitettäessä. Maatalouden ympäristöteknologiaan kannattaa panostaa, sillä se voi olla vientituote jatkossa. Se ei ole kuitenkaan realistista joka tilalle. Yksittäisen maatilan energiankäytössä biokaasu yleistyy selkeästi vaikka tällä hetkellä sen merkittävyys on vielä pieni. Jatkossa ympäristöpuoli painottuu enemmän talouden rinnalla. Esimerkiksi hajuhaittojen kannalta on ilmiselvää, että jos voidaan tukea ympäristön kannalta hyviä ratkaisuja, edesauttaa se samalla investointeja.

Vaihtoehtona on myös katsoa energiantuotantoa ympäristön kannalta, jolloin ei välttämättä haetakaan taloudellista kannattavuutta. Siten tuotantoa voidaan tukea mm. ympäristömaksuina, joita jätteenkäsittelyyn jätteitä toimittavat maksavat, ja jotka nostavat kannattavuutta vastaanottajan toiminnassa. Maatalouden ympäristöohjelman uudistuessa tätä asiaa tulisi tarkastella. Tähän tarvitaan kuitenkin taloudelliset selvitykset, millaista toimintaa kannattaisi tavoitella. Teknisesti olisi mahdollista siirtyä ympäristösyistä etanolin käyttöön liikenteessä, mutta raaka-ainepohja ei olisi silloin suomalaista vaan maailmanmarkkinoilta tulevaa halvempaa raaka-ainetta. Lisäksi tutkimukset maa-alan tai -lajin käyttäytymisestä ravinnetaseen kannalta monivuotisten ja yksivuotisten kasvien osalta olisivat tarpeellisia. Muun muassa ruokohelpin viljelyssä voitaisiin katsoa maalajien käyttäytyminen ja vaikutukset taseisiin. Tutkimuskentässä on paljon selvitettävää. Aluksi olisi saatava selville myös se, ovatko ympäristövaikutukset positiivisia vai negatiivisia. Tällä hetkellä oikeaa kuvaa antavien ympäristövaikutusanalyysien tekeminen on vaikeaa, ja siten todellista tutkimustietoa on panelistien mukaan vähän saatavilla.

Rehuviljantuotannossa ilmenneet vaikeudet huomioon ottaen ei vaikuta mahdottomalta, että suhteellisen lyhyessä ajassa saataisiin 500 000 peltihehtaaria energiantuotantoon, mikä voisi tarkoittaa vuosisadon energiasisältönä ainakin 15 miljoonaa megawattituntia. Sama maatila voi tuottaa myös aurinkosähköä. Esimerkiksi karjasuojan katolle asennetulla 350 neliön paneelipinnalla voitaisiin tuottaa 34 000 kWh sähköä vuodessa suoraan rakennuksen sähköverkkoon. Samainen maatila voisi olla mukana myös biokaasun ja tuulivoiman tuotannossa. Näin maatila voi olla perinteisen maataloustuotannon ohella myös energiantuottaja. Se voi muuttua energian netto-ostajasta sen nettomyyjäksi.

Päästöasioiden suhteen lähtökohta on, että biopolttoaineiden tuhkapitoisuus vaihtelee. Puussa on vähän tuhkaa verrattuna turpeeseen, viljaan ja olkeen. Suuri tuhkapitoisuus aiheuttaa myös reilusti suuremmat hiukkaspäästöt. Tuhkapitoisella polttoaineella voidaan saada vähäpäästöistä energiaa, mutta on myös todennäköistä, että päästöt lisääntyvät. Laiteteknologiaa on kehitetty vähemmän päästöjä tuottaviksi. Hiukkasiin ja pienhiukkasiin on vasta nyt alettu kiinnittää huomiota pienemmissä laitoksissa.

Kestävän kehityksen yhteiskunnassa tarvitaan energiamuotojen demonstraatiolaitoksia, joilla osoitetaan toiminnan kannattavuus ja voidaan tutkia kokonaisympäristövaikutuksia. Ylijäämäpellot voidaan pitää viljeltynä viljelemällä ruokohelpeä energiakasvina. Eli tuotetaan ruoan sijasta energiaa, tämä on myös monimuotoisuusnäkökulma.

### **Uusiutuviin energianlähteisiin luottavien argumentointi**

- Ruokohelpin viljelyyn on saatu reilusti tuotantosopimuksia, jalostusohjelma sen hyödyntämisestä on ollut jo pitkään, mutta energiapoliittinen tilanne on käynnistänyt laajemman kysynnän.
- Biokaasu on voimakas, teknologia alkaa olla saatavilla, on selkeästi kasvava vaihtoehtoenergia, volyyymi on ollut pullonkaula hyödyntämiselle, kun tilat laajentavat ja suurenevät, toteuttamisen mahdollisuudet paranevat.
- Biopolttoaineet, jotka maatilat itse valmistavat, varmasti tulee lisääntymään.
- Peltoenergia (ei metsästä puupilkettä) voidaan ottaa maatalouden käyttöön polttamalla tai mädättämällä.
- Maatalouden osalta energian tuotanto on taloudellinen kysymys, etenkin yhteisömaatalousmallissa tilat voisivat olla energian tarjoajia. Kuluttajien kysynnän mukaan maatilat voisivat tarjota kuluttajille sekä ruokaa että energiaa. Jos maatilat tuottaisivat energiaa, viljelijöiden suhtautuminen energian käyttöön muuttuisi. Energia voisi olla se toinen tuote, joka lisäisi kuluttajien kiinnostusta.
- Maatalouspuolella kehitystä tapahtuu varmasti peltobioenergian tuotannossa. Se, että kuinka paljon siitä menee maatilain omaan käyttöön, on eri asia, mutta mautiloilla sitä tuotetaan. Ruokohelpi on nyt lähtemässä liikkeelle. Siitä on valmistumassa VTT:n selvitys isojen voimalaitosten vastaanottokapasiteetista. Ja kokonaan selvittämättä on mahdollisuus voidaanko sitä hyödyntää pienemmissä kattiloissa/käyttökentissä. Isojenkin voimalaitosten osalta voidaan puhua jo ainakin 100 000 hehtaarista 2010 mennessä. Maatilojen uusiutuvan energian tuotannossa odotetaan muutoksia.
- Lämpöyrittäjäys tulee, hankkeita on käynnissä. Riippuu siitä, miten ruokohelpin viljely lähtee käyntiin (onko se urakointipalvelua, miten kuljetukset, varastoinnit järjestetään). Vaihtoehtona se poikii uudenlaisia tuotantomahdollisuuksia. Tärkeää, jos ne korvaavat nyt maaseudulta poistuvia työmahdollisuuksia.
- Pidemmällä aikavälillä kaasun merkitys lisääntyy. Pitkällä tähtäyksellä vety tulee (vety ei välttämättä ole uusiutuvaa energiaa), metaani on ns. välivaihe. Toivottavaa olisi, että kaasun pilotointi alkaisi ja lisääntyisi jo vahvemmin.
- Maatilan tulisi olla lähtökohtaisesti energiantuottaja (energiaomavaraisuuden ylimenevä osa voitaisiin myydä eteenpäin).
- Raakaöljyn hinnan noustessa kipupisteeseen, muut energianlähteet tulevat entistä kilpailukykyisemmiksi (tekniikka kehittyy käsi kädessä). Nykyisen öljykauden jälkeiseen aikaan pitää varautua pitämällä koko peltoala mahdollisimman hyvässä tuotantokunnossa. Öljypohjaiset ratkaisut vähenevät pitkällä tähtäimellä, siten puupohjaisuus lisääntyy. Puuenergian hyödyntäminen ja maatilain biokaasu (ei pelkästään maatalouden energiakysymys) ovat tulevaisuudessa tärkeämpiä.
- Jos hiilidioksiditonin hinta (päästökauppa) nousee kovasti, uusiutuvat edistyvät kovasti Suomessakin.

- Arvaus on kuitenkin, että fossiiliöljyä aletaan piankin korvata bioöljyillä. (Esim. Fortumilla on rypsiöljypohjaista polttoainetta tuloillaan.) Maanviljelijät toivoisivat, että Neste käyttäisi kotimaista rypsiä raaka-aineena, mutta ilmeisesti ainakaan tällä hetkellä kotimaista ei juurikaan käytetä, vaan halvempaa tuontiraaka-ainetta. Ilmeisesti Suomesta ei edes tarvittavan suuria määriä saada. Joka tapauksessa tällä hetkellä (talvella 2005) Suomen öljyn hinnoilla se on liian kallista.
- Maatiloilla biokaasua on mietitty paljon ja se on mahdollisuus polttoaineeksi. Siitä ei ole vielä tietoa, mihin lantamäärä riittää. Tällä hetkellä hintakilpailu vaatii kohtuullisen ison biokaasulaitoksen, jotta se olisi kilpailukykyinen. Biokaasulaitos on teknisesti hyvä, kun siinä voidaan pienissäkin yksiköissä tuottaa sähköä. Maatiloille on erinomaista jos voidaan tuottaa oman tilan sähkö ja jopa myyntiin asti. Jäteongelman hoitaminen on joka tapauksessa edessä ja se on erinomainen lähtökohta samalla edistää biokaasun käyttöä.
- Peltoenergia on aurinkoenergiaa mitä suurimmassa määrin, perinteinen aurinkokenno, käyttöveden esilämmitys järjestelmät, esilämmitetty vesi voi kiertää navetan kautta, kylmä vesi jäädyttää kesällä – muu energiantarve minimoidaan.
- Uusiutuviissa energioissa ei ole hyväksyttävyysongelmia, vaan uusiutuvien energioiden käytön edistämiseksi on yhteiskunnan laaja vihreä valo.

### **Neutraalisti uusiutuviin energianlähteisiin suhtautuvien argumentointi**

- Maanviljelijät ovat monitoimimiehiä – jos on innostusta, niin tuuliturbiinitkin mahdollisia, jos oikeita ratkaisuja olisi tarjolla – etu tuottaa sähköä.
- Vesivoimassa ei ole uutta näköpiirissä, mutta vanhoja kunnostetaan, yhteisomistuksen kautta sähkön hinnan pitäisi nousta, jotta vesivoimasta saataisiin otettua lisää tehoja.
- Öljykasvituotanto, rehukasvatijat voivat rypsiyypistä öljytuotantoa lisätä. Jos rehu mitoitetaan yli, rypsin tuotto omaan käyttöön esimerkiksi lämmitysenergiana, nämä ovat kuitenkin tilakohtaisia ratkaisuja.
- Jos energiaksi myydystä viljasta maksettaisiin enemmän kuin ruokaviljasta, se ei olisi maatalouspoliittisesti toivottua kehitystä. Viljaa ei kannata polttaa kuin silloin, kun se on hintatasoltaan kannattava esim. helpiin verrattuna. Tämän vuoden (2004 syksy) keskusteluun on vaikuttanut se, että viljan laatu on ollut huono ja hintataso alhainen. Jos sitä laajemmin alettaisiin polttaa, tarkoittaisi, että olisi energiaviljaa, jolloin lajikkeiden tulisi erilaistua.
- Investoinnit tähtäävät aina pitkälle tulevaisuuteen, joten ennen kuin investoidaan, täytyy investoijalla olla jonkinlainen varmuus ja ennustettavuus tulevaisuudesta.
- Hinnalla ei pystytä uusiutuvia edistämään, ellei tule öljyn saatavuuskriisiä. Saatavuuskriisi pakottaisi siirtymään muihin vaihtoehtoihin. Bioenergialle on positiivinen asia, että öljyn hinta on korkea.
- Biokaasu sopii karjatilalle, mutta välttämättä yksi tila ei riitä, vaan raaka-aineen riittävyys takia voisi olla järkevää tehdä tilojen välistä yhteistyötä tai vastaanottaa muuta raaka-ainetta.
- Maatiloista 68 % käyttää pääasiallisena polttoaineena lämmitykseen puuta. Jos huomioidaan myös ne tilat, jotka käyttävät ainakin osittaisena lämmönlähteenä puuta (öljyn lisäksi ja esim. saunan lämmitykseen), yli 95 % tiloista käyttää jollakin tapaa puuta.
- Jos saataisiin kehitettyä esim. yhdyskuntatasolla kaukolämpösystemeitä, jotka nielisivät monenlaista raaka-ainetta. Maatilat huolehtisivat yhdessä siitä, että raaka-ainetta riittää. Jos siihen voidaan monenlaista biomassaa hyödyntää, silloin se toimisi.

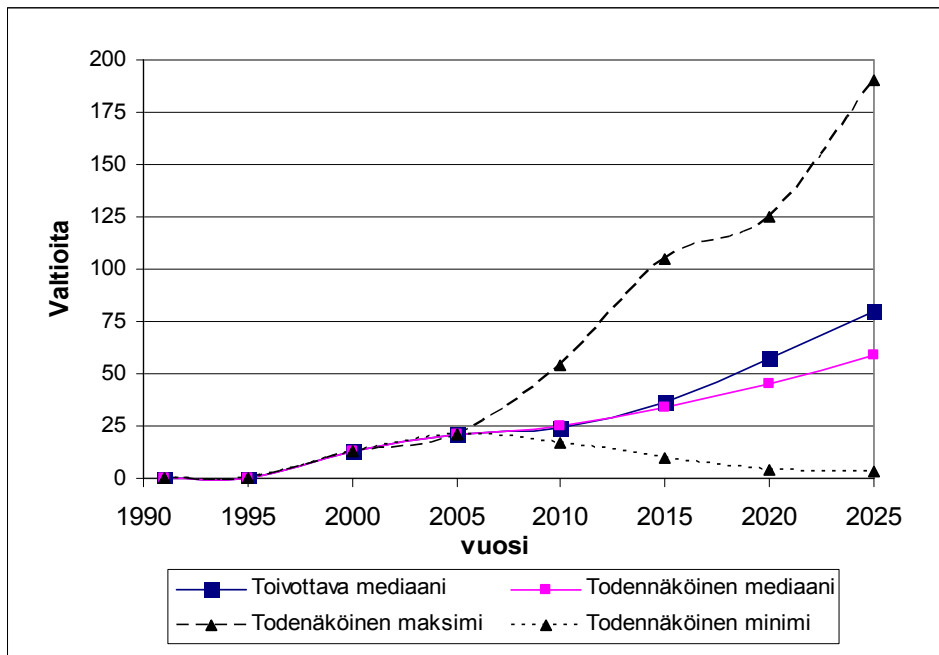


## Epäilevästi uusiutuviin energianlähteisiin suhtautuvat

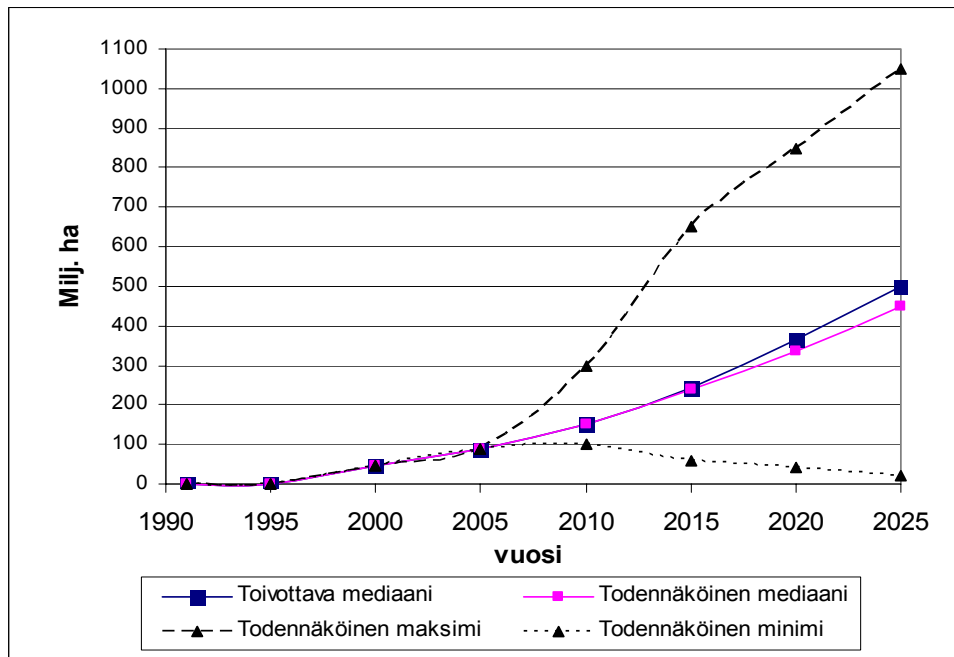
- Poltettavan biomassan tuotanto on ympäristöystävällisempää isoissa yksiköissä, mutta ei pienessä maatilamittakaavassa, koska se vaatii kuljetuksen, biokaasu ei sinänsä ole paikkaan sidottua.
- Vaihtoehtoisten energianlähteiden hyödyntäminen on yksityisyrittämistä – laituskoko pitäisi olla suurempi, kilpailukykyisyykskään ei ole vielä tarvittavalla tasolla.
- Mitä ruokaa pellolla viljellään, jos energiaakin pitää pelloille mahtua?
- Viljakysymys – syötävän viljan poltto ei ole toivottavaa kehitystä. Sinänsä, jos ei kutsuta viljaksi, sovellettu vilja on luonnon oma pelletti.
- Biokaasu vaatii paljon suurempaa kapasiteettia ollakseen kannattava – suuria tiloja pitäisi olla. Jos olisi kannattavaa, toki biokaasulaitoksia jo tiloilla olisi. Biokaasussa ei tapahdu maatilatasolla suuria lisäyksiä. Pitäisi tapahtua tekniikassa jotain, se on se ongelma, jotta voitaisiin käyttää isoissa yksiköissä.
- Tuulivoiman käyttö on utopiaa maatilatasolla.
- Vesivoimassa resurssit ovat jo käytetty, parhaat mahdollisuudet on jo hyödynnetty.
- Peltojen pitäisi olla ensisijaisesti ruoantuotannossa. Tosin rypsin yhteiskäyttö on moniarvoinen ratkaisu (tuotetaan öljyä ja rehua) Peltojen energiaviljely on varsin yksipuolinen ratkaisu.
- Riskinä on, että kehitys on hallitsematonta ja tehdään taloudellisesti kannattamattomia investointeja ja huonoista kokemuksista tulee takapakkia.
- Kukaan ei halua voimalaa omalle tontilleen tai tilalleen. Sillä on enemmänkin merkitystä kokonais-energiantuotannossa, ei realistista ajatella, että maatiloilla olisi esim. omia tuulimyllyjä.
- Suomessa uusiutuvien käyttö on painottunut muuhun kuin liikenteeseen. Liikenteen linjaukset eivät ole maatalouspoliittisia linjauksia.
- Puun käyttö energiana on Suomessa vielä lapsenkengissä, hakkeen ja pellettien käyttö lisääntyy, kysymys ei niinkään ole tekninen, ei vaan ole massiivista kehitystä nähtävillä puuenergian maatilaratkaisuuissa -> siinä on hirvittävästi tekemistä.
- Koko ajan puhutaan, että maatilojen bioenergiantuotantoa ja käyttöä halutaan edistää. Kuitenkin alennetaan öljyveroja, jolloin bioenergioista ei kuitenkaan tule kannattavia. Energiapolitiikka, maatalouspolitiikka ja ympäristöpolitiikka vetävät toisiaan eri suuntiin.
- Minkä tahansa uuden teknologian suhteen pitäisi olla ns. demolaitoksia, jossa investoijat pääsevät paikan päälle katsomaan toimintaa. Pelkkä puhe ei riitä vaan tarvitaan konkreettisia esimerkkejä eri puolille maata.
- Silloin kun aletaan tehdä energiakasveilla bisnestä, tarkoittaa se voimalaitostason energiantuotantoa. Tällöin myös peltoa tarvitaan paljon. Ja silloin bisnes täytyy rakentaa jalostetun energiakasvin varaan. Hukkaviljan käyttöön bisnestä ei voi suunnitella, koska hukkaviljan määrä vaihtelee eri vuosina. Mikään energialaitos ei voi laskea varaavansa siihen, että hukkaviljaa tulisi joka vuosi ja ympäri vuoden. Se pitäisi tehdä täysin selväksi, että tavoitteellista energiantuotantoa ei voi rakentaa satunnaiserien varaan eikä edes siihen, että jos tänä vuonna saadaan tukia sen tuottamiseen ja ensi vuonna ei saada, tuotanto lopetetaan.
- Bioenergian ongelma on ollut se, että fossiiliset polttoaineet ovat olleet niin halpoja, että uusiutuvilla ei ole millään päästy siihen kätteeseen mikä tarvittaisiin. Haketta pystyttiin käyttämään siksi, että se oli valmis raaka-aine, kehitettiin vain keräysteknologiaa, jotta päästiin hyödyntämään.
- Riski: Rakennetaan isoja voimaloita ja jos ensimmäiset ei toimi kunnolla, työn maine menee helposti, silloin helposti hylättäisiin koko ajatus. Esim. 20 vuotta sitten rakennettiin 4–5 huonoa biokaasulaitosta, jotka ei toimineet. Nyt rakennetaan hyviä, jotka toimivat mm. Vehmaalla ja Ilmajoella biokaasulaitoksia tiloilla.

### 3.3 Maataloudessa sovellettavan bio- ja geeniteknologian vaihtoehdot tulevaisuudessa

Teemassa käytettiin pääindikaattoreina muuntogeenisiä kasvilajikkeita, viljeleviä valtioita sekä gm-osuutta koko viljelyalasta maailman tasolla. Tästä tilanteesta bio- ja geeniteknologian vaihtoehtoja peilattiin Suomen näkökohtiin. Vaikka panelistien ääriarviot ovat suuret todennäköisessä kehityksessä, maailman tasolla toivottavan ja todennäköisen kehityksen ero oli keskiarvona yllättävän vähäinen. Erityisesti bioenergiatuotannossa (non-food) geeniteknologialta toivottiin vahvaa panosta jalostettaviin lajikkeisiin (ks. Kuva 11). Tulosten mukaan muuntogeeniset kasvit lisääntyvät selkeästi kasvintuotannossa seuraavien 20 vuoden aikana. Asiantuntijapaneelin mediaaninäkemys ennakoi, että maailmassa muuntogeenisiä kasvilajikkeita hyödyntäviä valtioita on yli 50 (21 maata vuonna 2005 (ISAAA 2006)). Myös muuntogeenisillä lajikkeilla viljelty peltopinta-ala maailmassa lisääntyy lähelle 500 miljoonaa hehtaaria (90 miljoonaa hehtaaria vuonna 2005) (Kuvat 7 ja 8). Maailman tasolla päähuomiossa olivat paneelin mielestä geeniteknisesti tuotettavat kuivankestävät, suolankestävät ja kylmänkestävät lajikkeet.



Kuva 7. Muuntogeenisiä kasvilajikkeita viljelevien valtioiden lukumäärän tulevaisuusnäkemus.



Kuva 8. Muuntogeenisten kasvilajikkeiden kaupallisen viljelyalan tulevaisuusnäkemys (maailman peltola 1 506 milj. ha v 1997, 1 728 milj. ha v. 2030 (Bruinsma 2003)).

### 3.3.1 Maataloudessa sovellettava bio- ja geeniteknologia Suomessa

Kun haastatteluissa syvennyttiin pohtimaan Suomen vaihtoehtoja, toivottavan ja todennäköisen tulevaisuuden ero kasvoi (Kuvat 9 ja 10). Mediaanivastauksessa ensimmäisen lajikkeen toivottiin tulevan kaupalliseen viljelyyn vuonna 2010, mutta todennäköisesti vuonna 2013 (vrt. Rikkonen 2005). Ensimmäisen muuntogeeninen lajike löytyy perunasta, rypsistä tai sokerijuurikkaasta. Paneeli toivoi erityisesti, että bio- ja geeniteknologiaa käytettäisiin non-food -sovelluksiin kuten energiakasvilajikkeiden jalostukseen. Muuntogeenisten kasvilajikkeiden lisääntymisen nähtiin olevan Suomessa hitaampaa kuin maailmalla keskimäärin; Suomessa muuntogeenisiä kasvilajikkeita viljeltäisiin kaupallisesti todennäköisesti neljänneksellä peltopinta-alasta vuonna 2025, kun taas maailmalla todennäköinen arvio oli 41 prosenttia.

Rinnakkaisviljelystä nähtiin tulevan alueellista, jolloin alueiden kehitys saattaisi tästäkin syystä polarisoitua ja aiheuttaa paikallisia ristiriitoja erityisesti luonnonmukaisen tuotannon kanssa. Paneeli näki yleisesti, että muuntogeenisten kasvilajikkeiden käyttöönotossa on vielä haasteita, jotta yhteiskunnan hyväksyntä saavutettaisiin. Viljelijöillä ei välttämättä ole periaatteellista kantaa muuntogeenisten kasvilajikkeiden käyttöönoton puolesta tai vastaan. Suomalaiset kuluttajatkaan eivät näytä olevan vahvasti kiinnostuneita siitä, millä teknologialla tuote on tuotettu, kunhan se on turvallinen. Yleinen keskustelu on viime vuosina polarisoitunut gm-puolestapuhujien ja gm-vastustajien väliseksi yhteenotoksi, jossa paneelin mielestä taistellaan jatkuvasti samoilla argumenteilla. Suomalaiset kuluttajat koetaan suhteellisen passiivisina ja he lokeroivat muuntogeenisen tuotannon modernin teknologian laatikkoon, jota ei oikein ymmärretä. Silti lopullisen tuotteiden hyväksynnän nähtiin kuu-

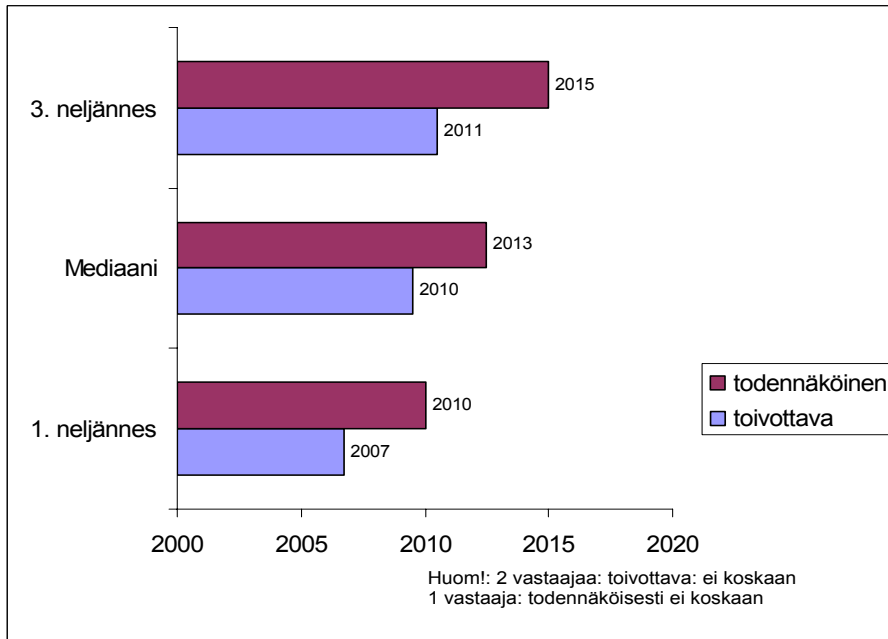
luvan yksiselitteisesti kuluttajalle. Tiedeyhteisön nähtiin tällä hetkellä olevan suhteellisen yksimielinen siitä, että näkyviä riskejä ei muuntogeenisissä kasveissa esiinny. Mahdollisena kuitenkin pidettiin, että geenimuuntelussa voi tulla takaiskuja esimerkiksi jonkin laajalle levinneen kasvin kohdalla.

Bioteknologialla nähtiin olevan suuria mahdollisuuksia myös muussa kuin perinteisessä maataloustuotannollisessa hyödyntämisessä muun muassa bioenergiatuotannon eteenpäin viennissä, biologisten prosessien hyötysuhteen kasvattamisessa itse kasvin jalostusprosessissa, biotekniikan hyödyntämisessä jätteiden käsittelyssä, biohajoavien pakkausmateriaalien kehittämisessä sekä maatilalla mittakaavassa jätevedenpuhdistuksessa.

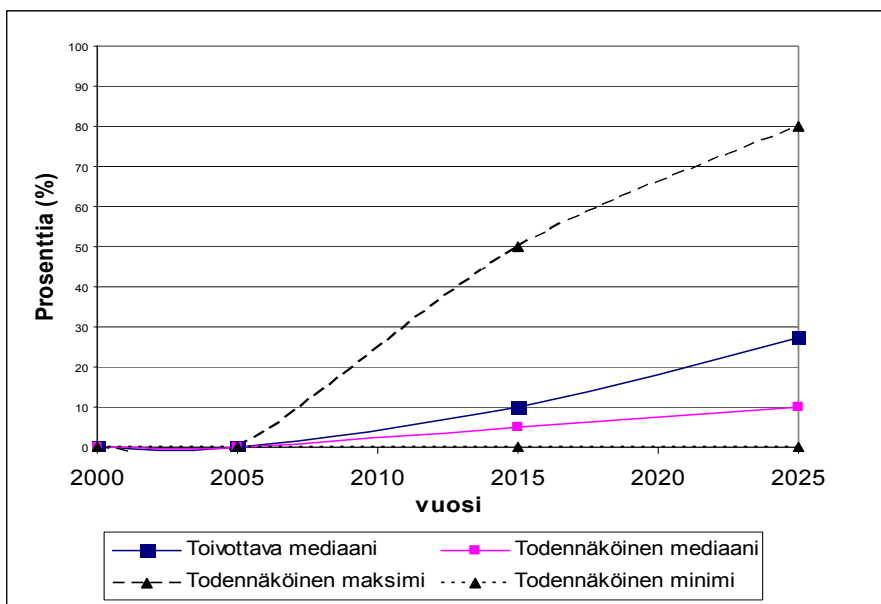
Tällä hetkellä Suomessa olisi paneelin mukaan helpoimmin läpivietävissä vähäisen leviämisen riskin vuoksi peruna, jonka jalostuksessa ollaan pitkällä myös Ruotsissa. Taloudellinen hyöty, joihin perunan jalostuksessa yritetään vaikuttaa, koskee muun muassa rutokestävyyttä, kuivuuden vaihtelun kestävyyttä sekä kylmänkestävyyttä. Ekologisia riskejä voidaan välttää keskittymällä kasvullisiin kasveihin, jolloin ne ovat paremmin hallittavissa. Yleensäkin kasvullisesti lisääntyvät kasvit ovat potentiaalisia ensivaiheen viljelyssä. Kukkuminen nähtiin riskinä kontaminoitumiselle.

Geenitekniikassa ravinnon ja ihmisgenomiikan yhdistyminen mahdollistaa kertyvän tiedon suhteuttamisen keskenään ja siten tällä tiedolla voidaan edistää erilaisia kansanterveyteenkin liittyviä tarpeellisia erikoisruokavalioita. Tällöin paneeli ennakoii, että Suomessa voisi olla tulevaisuudessa erikoistuneita maatiloja, jotka tuottaisivat funktionaalisia elintarvikkeita ja lääkekasvituotteita. Bio- ja geeniteknologiassa tutkimuspanokset (molekyylibiologiassa) nähtiin tällä hetkellä niin suurina, että ne tulevat selvästi vaikuttamaan siihen, minkälaisia viljelykasveja Suomen oloihin kehitetään. Yhä enemmän jalostuksen nähtiin menevän täsmäjalostuksen suuntaan. Geeninsiirto yksinkertaisten ominaisuuksien suhteen nähtiin nopeimpana keinona päästä haluttuun lopputulokseen. Tällä hetkellä lisätään tautienkestävyyttä, tuholaiskestävyyttä ja jonkin verran laatua. Tulevaisuudessa monen geenin takana olevat ominaisuudet (laatuominaisuudet, satoisuus, kuivuuden ja suolaisuuden kestävyys) korostuvat ja siten saadaan nostettua myös valtaviljelykasvien ravinnepitoisuuksia.

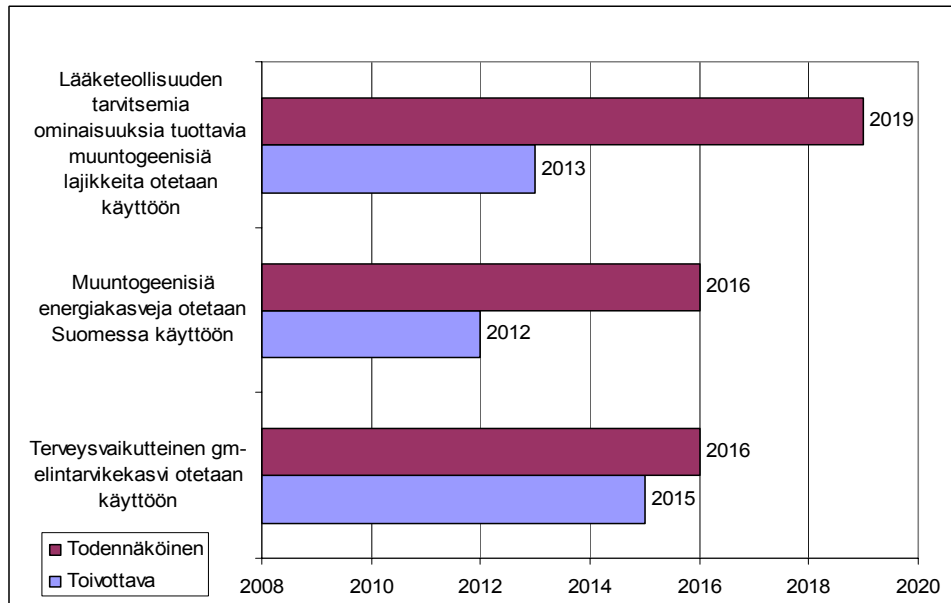
Paneeli toivoi muuntogeenisiä kasvilajikkeita erityisesti lääketieteellisuuden tarpeisiin. Todennäköinen kehityskuva puolestaan ajoitti sen paneelin silmissä kauemmaksi tulevaisuuteen (Kuva 11). Myös panostus muuntogeenisiin energiakasvilajikkeisiin nähtiin toivottavana jo vuonna 2012, kun taas todennäköinen ajoittuminen olisi vuonna 2016. Terveysvaikutteisen muuntogeenisen elintarvikkeen tulevaisuudenkuva olisi samansuuntainen sekä toivottavassa että todennäköisessä tulevaisuudessa (toivottava 2015, todennäköinen 2016).



Kuva 9. Ensimmäinen muuntogeeninen kasvilajike kaupallisessa viljelyssä Suomessa (mediaani ja kvartiilit).



Kuva 10. Muuntogeenisten kasvilajikkeiden osuus viljelyalasta Suomessa eri kehitysarvioiden mukaan vuoteen 2025 (haastatelluilta kysyttiin tilannetta vuosilta 2015 ja 2025).



Kuva 11. Muuntogeenisiin kasvilajikkeisiin liittyviä ajoittumisarvioita (ka.).

### 3.3.2 Argumentointi kolmen vaihtoehdon suhteen

Seuraavissa kappaleissa esitellään haastatteluaineiston avulla kerätty argumentointi bio- ja geeniteknologian kehityksestä. Kappaleiden 3.3.3–3.3.4 argumentoiva keskustelu on koottu haastatteludokumenteista siten, että yleinen bio- ja geeniteknologiaa koskeva keskustelu sekä kestävän maatalouden mukainen näkemys on esitetty ensimmäiseksi. Sen jälkeen avainindikaattorien mukaisesti on esitetty kolme vaihtoehtoa, jotka on jäsennelty kahteen ääri vaihtoehtoon ja yhteen mediaaninäkemukseen (bio- ja geeniteknologiaan positiivisesti suhtautuvien, bio- ja geeniteknologiaan neutraalisti suhtautuvien sekä bio- ja geeniteknologian vastaisen näkökulman argumentointi). Argumentointi perustuu suurimmaksi osaksi itse haastattelussa saatuihin perusteluihin. Tämän lisäksi pieni osa panelisteista esitti tarkentavaa materiaalia, joka on soveltuvien osin otettu mukaan argumentteihin.

### 3.3.3 Yleinen keskustelu bio- ja geeniteknologian kehityksestä

Noin puolet bio- ja geeniteknologiaan vastanneista panelisteista näki, että vuodet 2012–2015 ovat kulminaatiopiste, jolloin geeniteknologia hyväksytään selkeästi yhtenä teknologiana kasvinjalostuksessa. Vastustus on paneelin mukaan kohdistunut muun muassa vahvaa teollista gm-jalostusklasteria vastaan. Siksi viljelyn kannalta tärkeistä patentointioikeudesta sekä alkuperäiskasveista olisi käytävä keskustelua. Yleisenä kysymyksenä oli tuotettujen elintarvikkeiden terveysvaikutteisuus, ja niiden myötä mahdollisesti tuleva helpompi hyväksyntä.

Rinnakkaiselon järjestämisestä paneelin näkökulmat vaihtelivat. Osa näki, että kyseessä olisi vain ohimenevä vaihe, sillä rinnakkaiselon kustannuksia ei ole kovin helppo perustella pidemmällä aikavälillä Suomen kaltaisessa maatalouskontekstissa, jossa selkeä luonnonhaitta vaikuttaa jo muutenkin. Paneeli näki, että kansantaloudellisesti rinnakkaiselon erillään pidon kuluja ei pitäisi tulla viljelijöille. Ympäristön kannalta rinnakkaiselojärjestelyä pidetään hyvänä, ettei tuotantojärjestelmiä turhaan riskeerata, ja ettei tule sellaisia seurauksia, joita ei voitaisi korjata. Suomen maatalouden bio- ja geeniteknologia on haasteellista; viljelyalat ovat pieniä ja kokeellinen viljelytoiminta pienimittakaavaista.

Osa panelisteista näki, että luomutuotanto voisi selkeästi hyötyä geeniteknikasta. Näkemyksen mukaan luonnonmukaisessa tuotannossa pitäisi olla äärimmäisen hyvät lajikkeet, sillä mm. torjunta-aineet ovat pois käytöstä. Jos luonnonmukaisessa tuotannossa hyväksyttäisiin geeniteknisesti immuuniksi muunnellut kasvilajikkeet, muodostaisi se samalla kilpailuetua. Tämän hetken esteenä on luonnonmukaisessa tuotannon periaatteellinen tulkinta muuntogeenisyydestä, jonka mukaan geenimuuntelu ei ole luonnonmukaista. Tuotanto rakennemuutoksessa geeniteknologia suosii tilojen keskittymistä ja massatuotantoa suurilla tiloilla. Myös viljelyn alueellistuminen (yksipuolistuminen) tuotantojärjestelmän mukaan aiheuttaa haasteita muuntogeenisen aineksen leviämisen estämisessä. Jos sallitut muuntogeeniset kasvit olisivat kukkimattomia, ei alueongelmaa olisi samalla tavalla.

### **3.3.4 Kestävyyden näkökulmia bio- ja geeniteknologiassa**

Muuntogeenisten elintarvikkeiden hyödyntäminen tuo riskejä lisäävää liikkumista elintarvikemarkkinoille. Myös geenien omistus aiheuttaa juridisia kysymyksiä ja vaikuttaa ehtoihin, joilla viljely voisi toteutua. Panelistien mukaan jalostajia tulisi olla riittävästi, jottei monopolitilannetta syntyisi. Luonnonmukaisen, tavanomaisen ja muuntogeenisen tuotannon rinnakkaiselon järjestäminen on logistinen ja yhteiskunnallinen ongelma, johon asetetut asiantuntijaryhmät hakevat vastausta. Tieteellinen perusta rinnakkaiselon järjestämiseksi alkaa olla selvillä, eli tiedetään muun muassa mihin asti siitepöly leviää. Siten lopullinen järjestäminen on teknistä ja myös poliittista vääntöä siitä, kuinka puhtaana maataloustuotteet halutaan pitää (erilläänpidon määrittely). Tärkein tutkimustarve on genomiikassa ja metaboliikassa, jotta opittaisiin tuntemaan, kuinka kasvi yksityiskohtaisesti toimii. Tutkittavaa on myös siinä, miten kyetään tekemään täsmäsiirtoja, jolloin siirretään ainoastaan haluttu geeni. Geenin tulisi myös toimia halutulla tavalla uudessa ympäristössä.

Osa paneelista näki, että kolmea eri tuotantolinjaa ei ole mahdollista ylläpitää (gmo, tavanomainen ja luomu). Siksi osan mukaan tulevaisuudessa tavanomainen ja muuntogeeninen viljely yhdistyvät ja tulevaisuudessa on olemassa vain muuntogeenisyydestä vapaa (luonnonmukainen) tuotanto ja tavanomainen tuotanto, joka sisältää myös muuntogeeniset kasvilajikkeet. Perusteena pidettiin, ettei niin pienessä maassa kuin Suomi ole mahdollista pitää erillään tuotantoketjuja. Toteutuessaan erilläänpito koskisi ketjua pellostä pöytään asti. Siten teollisuudellekin sen nähtiin olevan aika mahdotonta, sillä erittely on taloudellisesti kannattamatonta.

Paneelin mielestä muuntogeenisissä kasvilajikkeissa voi olla ekologisia riskejä. Siten olisi keskityttävä kasvullisiin kasveihin, jolloin riskit ovat hallittavissa. Myös kukkimattomat kasvit olisivat mahdollisia ja toivottavia, sillä kukkimista pidettiin riskinä kontaminoitumiselle. Paneeli piti myös tärkeänä, että geneettinen moninaisuus säilytettäisiin. Suomessa risteymät ovat mahdollisia nurmilla ja rypsilä. Siten rinnakkaiselossa olisi huolehdittava, että risteytymistä ei tapahdu. Muuntogeenisten kasvilajikkeiden positiiviset vaikutukset ilmenevät ravinteiden tehokkaana käyttönä ja kasvinsuojeluaineiden käytön vähenemisenä. Kuitenkaan suuria riskejä ei muuntogeenisten lajikkeiden jalostuksessa kannata ottaa.

Kotieläimien osalta geeniteknologinen muuntelu on kaukaisempaa tulevaisuutta. Aiheesta on tehty aika vähän tutkimusta ja hyväksyttävyyden kynnys on paljon korkeampi kuin kasveilla. Lähimpänä saattaisi olla se, että eläimiä käytettäisiin ns. bioreaktoreina, jolloin tuotettaisiin lääkeaineita tai kudoksia. Lääkeaineiden tuotanto on hyväksyttävämpää kaiken kaikkiaan. Funktionaalisten eläinperäisten tuotteiden tuotanto ei ole ainakaan vielä taloudellisesti eikä teknisesti järkevää. Järkevämpää on panelistien mukaan kehittää eri prosesseissa käytettäviä muuntogeenisiä bakteereita.

### **Bio- ja geeniteknologiaan positiivisesti suhtautuvien argumentointi**

- Viljelijälle tulee taloudellista hyötyä mm. säästettyinä kuluina kasvinsuojelussa, kymmenien prosenttien nousu tuottavuudessa mahdollinen, ei vielä kenttäkokeissa todistettu.
- Kaupallinen kannattavuus on funktionaalisille tuotteille, on oltava hyväksyntä uskaltavalle tutkimukselle.
- Väestönkasvu ja ruokailutottumukset lisäävät painetta geenitekniikan hyödyntämiselle.
- Geeniteknologia ei poikkea jalostuksen logiikasta, se tuo kustannussäästöä ja tavoitteena on täsmällinen tuottaminen.
- Vuonna 2020 voi tulla toisen sukupolven uudet sovellukset, nämä sisältävät sellaisia ominaisuuksia, joita ei vielä ole ymmärretty tai ajateltu (esim. lääkeaineiden tuotanto, suljettu järjestelmä, lääketeollisuuteen biomassaa, edustaisivat hallittuja olosuhteita).
- Jos kasvigeenitekniikka ratkaisee vesiongelman, teollistuville maille (Intia, Kiina) hyöty on niin suuri, etteivät ole käyttämättä muuntogeenisiä kasveja. Suolankestävyyttä kehitetään Kiinassa, Intiassa on merivedessä eläviä kasveja. Myös kuivankestävyyttä/kosteuden vaihtelua kestäviä kasveja tutkitaan.
- Tiedeyhteisö on yksimielinen, että näkyviä riskejä ei ole (Royal Society of Science –tiedejärjestön kanta). Mahdollista on, että geenimuuntelussa tulee jokin takaisku (mutta ei ole todennäköistä) esim. jonkin laajalle levinneen kasvin kohdalla. Vaikka tiedeyhteisö ei näe riskiä, vaikutus voi silti tulla viiveellä pitkällä aikavälillä. Royal Societyn gm-positiivinen kanta vaikuttaa kasvuun.
- Ravinnon ja ihmisgenomiikan yhdistyminen mahdollistaa tiedon suhteuttamisen keskenään, kansanterveyden edistämiseksi voidaan tukea erilaisia ruokavaloita. Tällöin esim. Suomessa tulisi erikoistuneita tiloja, jotka tuottaisivat funktionaalisia tuotteita.
- Jos tuotteet pyöriivät markkinoilla muualta maailmasta, viljelijät voivat havahtua edullisuuteen. Ei ole globaalisti reilua, että yhden maanosan viljelijät jäävät paitsioon.



- Lajikkeet ovat myös ympäristömyönteisiä, sillä kasvinsuojeluaineita ei tarvitse käyttää samassa mitassa, tämä on tärkeää erityisesti Euroopassa – n. 10 vuoden kuluessa voisi olla läpimurtolajike viljelyssä, (myös non-food tuote) joka suojelee ympäristöä.
- 2015 perinteinen jalostaminen on syrjäytetty ja valta-asemassa on geeniteknikkaan perustuva jalostaminen, hienosäätöä kasvin omia geenejä hyödyntäen, olosuhteiden mukaisesti optimoimalla, satotaso nousee radikaalisti.
- Kasvien omia geenejä on opittu tuntemaan, säätelyosat opitaan tuntemaan, saadaan ominaisuudet optimoitua, voidaan hakea sukulaislajeista optimointi, näiden suhteen ennakkoluulot ihmisillä vähenevät, kun geeni tulee läheltä.
- Tulevaisuuden lajikkeita ovat mm. kuivan kestävä vehnä, jolla veden tarve pienentynyt radikaalisti (esim. Egypti 5 vuoden kuluessa), toisena suolan kestävä riisi (suolaiset alueet, suolaveden riskialueet). Jos ominaisuudet saadaan toimimaan meren rannikkoseudut voivat hyödyntää (20 vuoden sisällä). Tällaiset lajikkeet leviävät nopeasti ja laajasti, päähuomiossa ovat kuivakestävät, suolankestävät, kylmänkestävät kasvit.
- Ilmastonmuutos, vesi ja sen puute sekä säästö ovat selviä ympäristöhaasteita, kaikki ratkaisut näihin haasteisiin ovat tervetulleita.
- Tutkimuspanokset (molekyylibiologiaan) ovat tällä hetkellä niin suuret, että väkisin tulee vaikuttamaan siihen, minkälaisia viljelykasveja meillä kehitetään. Yhä enemmän jalostus menee täsmäjalostuksen suuntaan. Valitaan juuri ne ominaisuudet, joita viljakasveihin halutaan. Geeninsiirto yksinkertaisten ominaisuuksien suhteen on nopein keino päästä haluttuun lopputulokseen.
- Tällä hetkellä on lisätty tautienkestävyyttä, tuholaiskestävyyttä ja jonkin verran laatua. Tulevaisuudessa monen geenin takana olevat ominaisuudet, jolloin päästään vaikuttamaan laatuominaisuuksiin ja satoisuuteen, kuivuuden ja suolaisuuden kestävyteen ja saataisiin nostettua valtaviljelykasvien ravinnepitoisuuksia.
- GM-kasvien määrä lisääntyy. Imagoasiat tms. eivät sitä pysäytä. Geeniteknologiassa tavoitteet ovat samanlaisia kuin kasvinjalostuksessa yleensäkin.
- Bioteknologialla on valtavia mahdollisuuksia, mm. energiantuotannon eteenpäin viennissä, biologisten prosessien hyötysuhteen nostossa itse kasvin jalostusprosessissa. Siten bioteknologiayritykset nostavat vielä päätään (mm. entsyymituotanto) laatuohjelmien pitää olla tosi hyvin hallinnassa.

### **Bio- ja geeniteknologiaan neutraalisti suhtautuvien argumentointi**

- Onko Suomessa esimerkiksi kustannusetua Saksaan – onko meillä mahdollisuuksia suojata toimintatapa ja mahdollisuus kontrolloida koko tuottavaa ketjua – paikallisuus, kumppanuus, tutkimus ja tuotekehitys, viljelijä, teollisuus?
- Vuoteen 2015 asti lisääntyvä gm-globaalisykli ei koske Suomea (gm-rapsi voi tulla Suomeen), paikallisten toimijoiden tekemiä tässä vaiheessa. Vuoden 2015 jälkeen kehitys riippuu T&K muutoksista (1) tulee osaksi Pohjois-Keski-Eurooppaa (2) seuraavan sukupolven tuotteet tulevat. Markkinat päätävät, mitä lajikkeita tulee, todennäköisesti ne olisivat taudinkestävyyden lisääminen gm-tekniikalla, laatuominaisuuksia, vanhoihin ominaisuuksiin hienosäätöä, rypsi-rapsi aminohappokoostumusmuutoksia jne.
- Ensimmäiset käyttöyhteystuotteet pilasivat vähän mainetta.
- Onko muuntogeenisyys hyväksyttävissä – onko osaamisen avoimuus – teknologian läpinäkyvyys, tahtotila sellainen, että hyväksyttävyyks löytyy.

- Geeniteknologia ei tuo mitään mullistavaa vaikutusta maatalouteen -> tuottavuus jatkaa silti nousuaan, elintarvikkeella kuitenkin aleneva hinta ja parempi laatu.
- Toisaalta kuitenkin riskit kasvavat, mutta välineet niiden hallitsemiseen lisääntyvät.
- Meillä on yhteiskunnallinen velvollisuus parantaa tehokkuutta elintarviketeollisuudessa, jonka myötä tulee saada hyväksyntä eri jalostustekniikoille.
- Viranomaisvalvonta on kuitenkin tiukkaa, joten vahva kasvu epätodennäköistä Suomessa.
- Asennemuutos vie EU:ssa aikaa ennen kuin kiistattomia tuotteita hyväksytään – terveysvaikutusten pelossa.
- Gm-lajikkeissa haitat on poistettava, hyödyt eivät välttämättä ole näytetty toteen ja ne pitäisi selkeästi osoittaa, gm-kasvilajikkeissa raskas hyväksymisprosessi.
- Lainsäädäntö laahaa EU:ssa 10 vuotta perässä, se ei ole riskilähtöistä vaan tekniikkalähtöistä. Ravitsemuksellisista syistä tarkastus on ok, biologisessa mielessä vanhentunut lainsäädäntö. Lainsäädännön pitäisi olla ominaisuuspohjainen, tekniikalla ei sinänsä ole merkitystä.
- Vaikuttaa siltä, että USA saa etulyöntiaseman markkinoilla. EU:ssa jäädään käyttöönotossa ja kehittämisesä jälkeen. Tämä saattaa vääristää lajikemarkkinoita. Toisaalta siinä vaiheessa kun EU avaa markkinat, tekniikat ovat jo niin jokapäiväisiä, että eurooppalaiset isot yritykset pääsevät aika nopeasti markkinoille. Ei tässä mitään korvaamatonta menetettyä vaikka otetaankin rauhallisemmin.

### **Bio- ja geeniteknologian vastaisen näkökulman argumentointi**

- Jos siirrytään gm-lajikkeiden viljelyyn Suomessa, tulee rinnakkainelossa olemaan erilliset koneet, erilliset ketjut esim. naapuritiloilla jotka viljelevät erilailla. Se tulee olemaan yhteistyötä heikentävä ja kustannuksia lisäävä tekijä.
- Ongelmat tulevat olemaan taloudellisia, ympäristöongelmia ja terveysongelmia. Niitä tulee ilmi jonkin ajan päästä, jolloin hallinto varmaan puuttuu asiaan. Todennäköisessä arvioissa on hyvää, että Suomessa ollaan toistaiseksi gm-vapaita. Jatkossa tämä voi olla kilpailuetu.
- Alueellistuminen on uhka, koska elintarviketuotanto jakautuu ja koska monimuotoinen maatalous ei toteutuisi gm-viljelyn alueilla.
- Toivottavaa, että 15 v. tutkittaisiin täysin laboratoriossa. Sitten kun ongelmiin on ratkaisuja, noin vuonna 2020 aloitettaisiin koetoimintaa uudestaan.
- Toivottavaa että tämän hetkiselällä tietämyksellä ei viljeltäisi gm-lajikkeita lainkaan. Tarvitaan perustutkimusta (ei kaupallisuuteen tähtäävää) bioturvallisuustutkimusta, geenien leviämisen estämisen tutkimusta, taloudellista tutkimusta (erillään pidon kustannukset: viljelijöille, teollisuudelle, kansantaloudelle).
- Lyhyellä aikavälillä riskejä ovat viljely-ekosysteemin monimuotoisuuden vähentymisen välilliset vaikutukset hyönteisiin, lintuihin jne. Pitkällä aikavälillä isompiakin, esim. hiili-typpeä-aineenvaihdunnan muutokset, viljelijälle ongelmarikkakasvien syntyminen.
- Viljelijän itsenäisyys heikentyy teollisuusviljelyn takia. Kuluttajille voi aiheutua terveysriskejä. Myös elintarviketuotteiden hinta nousee erillään pidon kustannuksista johtuen. Tuotevalikoima voi myös kaventua.

- Viljelijöillä ei tulisi olla kiire ottaa muuntogeenisiä lajikkeita käyttöön, ensin pitäisi saada kuluttajien ja elintarvikkeiden jalostajien hyväksyntä, sitten vasta viljely. Jotta elintarvikeketju hyväksyy muuntogeenisen tuotannon, tarvitaan suuri kysyntä. Gm-viljely on sopimustuotantoa, jolloin viljelijällä olisi oltava ostaja. Elleivät isot alan yritykset maksa viljelijälle riittävästi, seuraisi siitä se, että viljely ei ole kestäväällä pohjalla.
- Ollaan Monsanto ym. suurten monikansallisten firmojen armoilla, ei olla vielä hyväksytty muuntogeenisiä tuotteita Suomeen, mutta niitä on täällä silti.
- Se on USA:n ja muiden soveltajien puolelta selvää politiikkaa. Valehdellaan ja tuodaan salaa markkinoille. Kun tietty taso markkinoilla on ylitetty, sanotaan, ettei puhdasta enää ole, ja tuotteet sekoittuvat.
- GMO ostetaan isoilta firmoilta, joihin ollaan riippuvaisia. Miten GMO voi edetä jos ei ole maksavia ostajia (kehityksmailla ei tule olemaan varaa siemeneen).
- GMO:ssa ei ole otettu huomioon, että siihen on investoitu satoja miljoonia, miljardeja, ilman että olisi ostokäyviä markkinoita – tässä on ajatusvirhe.

## 4 Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin tulevaisuudentutkimuksen näkökulmasta millainen teknologinen suunta maataloudella on seuraavien noin 20 vuoden aikana. Tutkimuksen alkuvaiheessa tehdyn tilannekartoituksen perusteella teknologiateemoiksi valikoitui tuotantoteknologinen kehitys, uusiutuvien energianlähteiden hyödyntämisen kehitys sekä bio- ja geeniteknologian kehitys tulevaisuuden maataloudessa. Tutkimuksessa hyödynnettiin asiantuntijaperustaista Delfoi-menetelmää tuotettaessa vaihtoehtoisia tulevaisuuspolkuja ja niiden argumentointia maatalouden teknologisessä kehityksessä. Tutkimuksessa hyödynnettiin sekä kysely- että haastattelutekniikkaa.

Tutkimuksen keskeisenä tuloksena tuotettiin eri teknologiateemojen sisällä vaihtoehtoisia tulevaisuudenkuvia ja -polkuja argumentteineen. Nämä polut esittävät niitä toivottavina pidettyjä, todennäköisinä pidettyjä sekä uhkakuvina esitettyjä tulevaisuusnäkökuvia, joihin jo tänä päivänä kannattaa kohdistaa kriittistä keskustelua tulevaisuuden suunnan määrittämiseksi. Tutkimushanke kokonaisuudessaan pystyi avaamaan tulevaisuuskeskustelua tarkasteltujen teemojen mukaisesti. Tutkimus antaa siten kuvan siitä, miten valittu asiantuntijapaneeli arvioi tulevaisuutta. Paneelin valinta tulee tehdä läpinäkyvästi, sillä tämä antaa mahdollisuuden arvioida sen antamia tulevaisuudenkuvia kriittisesti sekä toivottavuuden että todennäköisyyden suhteen.

Teemojen sekä tutkimuksen alussa tehdyn asiantuntijajulottuvuuksien määrittely vaikuttaa saatuihin tuloksiin. Esimerkiksi suhtautuminen muuntogeenisiin kasvilajikkeisiin ja niiden hyödyntämiseen Suomen maataloudessa eroaa selkeästi bio- ja geeniteknologiaryhmän sekä bioenergiaryhmän suhteen. Muuntogeeniset kasvilajikkeet olisivat toivottavia non-food -tuotannossa nimenomaan bioenergiaa tuotettaessa, kun taas suoraan ruoaksi tarkoitettuun peruselintarvikkeeseen (esimerkiksi peruna) muuntogeenisesti tuotettuna suhtauduttiin varauksellisemmin. Bio- ja geeniteknologian hyödyntämisessä olisikin mielekästä keskustella

käyttökohteen mukaisesti. Tällainen keskustelu antaisi yhteiskunnalliselle päätökselle pohjaa siitä, minkälaiseen maataloustuotantoon teknologiaa olisi laajassa konsensusessa mahdollisuus kehittää. Tätä taustaa vasten non-food käyttöön, elintarvikekäyttöön ja rehukäyttöön tarkoitettuja jalostettuja kasvilajikkeita tulisi käsitellä erillisinä.

Tuotantoteknologisessa tulevaisuudessa maatalouskoneiden kokonaisympyrän arvossa ei nähty pitkällä aikavälillä suuria muutoksia. Myynnin oletettiin asetettavan EU-ajan tasolle. Kuitenkin konekantaan vaikutukset nähtiin selvinä; konekanta vähenee, mutta sen käyttötehokkuus (automaatio ja robotiikka) sekä konekannan erikoistuminen kasvaa. Erikoiskoneiden nähtiin vähentävän työvoiman tarvetta, myös yksikköhinnat konehankinnoissa nousevat. Teknologian käyttöönotossa maatalous soveltaa pääosin jo koeteltua teknologiaa ja ottaa muun muassa teollisuudesta oppia tietoteknisissä järjestelmissä. Sadonkorjuussa voidaan käyttää itsekulkevia laitteita, logistiikka lisääntyy ja siihen tullaan panostamaan yhä enemmän.

Ennakointitutkimuksen roolina vahvistuvissa teknologisissa ja tuotannollisissa trendeissä on hakea toivottavuutta, todennäköisyyttä ja merkittävyyttä yhteiskunnan kannalta. Ennakointitutkimuksen rooli on siten myös yhteiskunnallisen keskustelun ja visioiden jäsentämistä. Esimerkiksi bioenergian tulevaisuuden merkittävyyttä ajatellen olisi tutkimuksen tuotettava vaihtoehtoisia skenaarioita kansallisen päätöksenteon tueksi siitä, miten suuri osa bioenergiasta tuotetaan kotimaassa, ja miten raaka-aineen tuotanto ja jalostus voisi silloin sijoittua. Lisäksi uusien energiamuotojen ja niihin liittyvien viljelytekniikoiden osalta tarvitaan lisää käytännön demonstraatiokohteita ja siten kokemuksia onnistuneista investoinneista. Koska bioenergian markkinat ovat kansainvälisiä, olisi myös tutkittava vaihtoehtoja, joissa osa Suomessa käytettävästä bioenergiasta on ulkomaista. Ilman kannustavia politiikkatoimenpiteitä on todennäköistä, että kotimaista tuotantoa ei saada liikkeelle ja bioenergia pohjautuu ulkomaiseen raaka-aineeseen. EU:n uusi direktiivi uusiutuvien energiamuotojen 5,75 %:n osuudesta liikennepolttoaineissa nostaa painetta tähän suuntaan (KTM 2006). Aihe vaatii lisätutkimusta, sillä päätös ei ollut tämän tutkimuksen aineistoa kerätessä vielä varmistunut.

Näyttää siltä, että peltobioenergian tuotannossa sijoittuminen ja logistiset kysymykset muodostuvat ratkaiseviksi, joten tuotannossa saadaan merkittävää etua siitä, että raaka-aine tuotetaan lähellä jalostusta ja jalostus on myös lähellä käyttökohdetta. Paikallinen ”lähibioenergia” saattaa pian tulla maataloille kannattavaksi, varsinkin kun pienen mittakaavan jalostusteknologiat kehittyvät. Kuitenkin nykytilanteessa, ollakseen kannattavaa liiketoimintaa, maatilan bioenergiatuotannon tulisi olla volyymiltaan voimalaitostasolla. Tällöin myös tuotantoon tarkoitettua peltoa tulee olla jatkuvasti riittävästi käytössä, mikä edellyttää sitoutumista tuotantoon. Kannustimina voisi suunnitella Saksan-mallin mukaista sähköenergian myynnin pitkäaikaista sopimusjärjestelmää sekä investointi- ja kWh-tukia. Tärkeä lähtökohhta bioenergian tuotannossa on kestävyys. Voidaankin kysyä, onko yksittäisen bioenergian tuotantomuoto kestäväällä pohjalla, jos sen energiatase on negatiivinen? Tuotannon ympäristöystävällisyyksikään ei ole itsestään selvä asia, vaan se ansaitsee vakavaa vaihtoehtojen punnitsemista.

Koska maatalouden toimintaympäristö ja siten toiminnan reunaehdot muuttuvat nopeasti niin poliittisen kuin markkinoiden toiminnan seurauksena, saataisiin paras hyöty asiantuntijapaneelin kaltaisesta arviointitoiminnasta toistamalla tällainen paneelityöskentely säännöllisesti. Esimerkiksi peltobioenergian kehitys arvioitiin paneelissa toteutuvaa pienemmäksi. Vapo-konserni on aloittanut keväällä 2006 peltobioenergiatuotannon voimakkaan kehittämisen. Esitetyt tavoitteet tarkoittaisivat pinta-aloina oljen keruuta 60 000 hehtaarilta ja ruokohelpin viljelyä 75 000 hehtaarilla vuonna 2010 (Vapo...2006). Paneeli ennakoii vuoden 2004 lopulla ruokohelpin viljelyalan saavuttavan 50 000 hehtaaria vuonna 2011. Ennakoitu suunta näyttäisi siis realisoituvan lähivuosina voimakkaampana.

Jatkotutkimustarpeina nähdään entistä syväluotaavampi tutkimustoiminta siitä, miten tutkimuksen aikana tuotettuihin toivottaviin pidettyihin tulevaisuustavoitteisiin päästäisiin. Muun muassa bioenergiaratkaisut tarvitsevat tuekseen ohjauskeinojen tarkempaa tutkimusta ja juuri Suomen olosuhteisiin soveltuvan teknologian kehittämistä. Tuotannon osaoptimointi voi johtaa helposti kannattamattomiin investointeihin. Siksi bioenergiaratkaisujen taloudelliset, teknologiset, sosiaaliset ja ympäristölliset kokonaisvaikutukset tulisi ennakoida tutkimuksen keinoin.

Tutkimuksen tulokset hyödyntävät ja jäsentävät tällä hetkellä kehittymässä olevia merkittävimpiä maatalouden ympäristöteknologioita sekä niiden kehityspotentiaalin tunnistamista. Tutkimus tuotti tietoa valittujen teemojen sisältämien teknologioiden suunnittelun ja käyttöönoton mahdollisuuksista ja haasteista. Lisäksi saatiin kokemusta asiantuntijaperusteisen menetelmän hyödyntämisestä maatalousteknologian arvioinnissa tulevaisuusnäkökulmasta maa- ja elintarviketalouden kontekstissa. Tutkimuksessa syntyviä tulevaisuudenkuvia ja -polkuja ja niihin liittyvää argumentointia voidaan hyödyntää sekä maatalous-, ympäristö- että teknologiapoliittisessa keskustelussa, kun pyritään kehittämään politiikkatoimenpiteitä edistämään kestävä kehityksen mukaisia teknologisia ratkaisuja maataloudessa.

## 5 Kirjallisuus

- Aakkula, J., Jokinen, P., Lankoski, L. & Nokkala, M. 2002. Maatalous, tietoyhteiskunta ja kestävä kehitys. MTT:n selvityksiä 19. Helsinki: MTT. 80 s.
- Bell, W. 1997a. Foundations of futures studies - human science for a new era. Volume 1: History, Purposes, and Knowledge. 3. painos. New Brunswick: Transaction Publishers. 365 s.
- Bell, W. 1997b. Foundations of futures studies - human science for a new era. Volume 2: Values, Objectivity, and the Good Society. 2. painos. New Brunswick: Transaction Publishers. 379 s.
- Bruinsma, J. (toim.) 2003. World Agriculture: towards 2015/2030 An FAO perspective. Earthscan Publications: London. 432 s.
- Eerola, A & Väyrynen, E. 2002. Teknologian ennakointi ja -arviointikäytäntöjen kehittäminen eurooppalaisen kokemuksen pohjalta. VTT Tiedotteita 2174. Espoo: VTT. 151 s.
- Fahey, L. & Randall, R. M. (toim.). 1998. Learning from the future. Competitive foresight scenarios. New York: John Wiley & Sons. 439 s.
- Fischer, F. 2000. Citizens, Experts, and the Environment. Durham and London: Duke University Press.
- Giddens, A. 1995. Elämää jälkitraditionaalisessa yhteiskunnassa. Teoksessa: Beck, U. & Giddens, A. & Lash, S. (toim.) Nykyajan jäljillä. Refleksiivinen modernisaatio. Vastapaino: Tampere. 301 s.
- Halonen, V., Mätäsaho, R. & Tikkanen, H. 2001. Ympäristöteknologia-alan nykytila ja kehitysnäkymät. Pohjois-Pohjanmaan ympäristöteknologian ennakointi. Ennakointiprojektin tulokset. Saatavissa internetissä: <http://eennakointi.fi/Adobe/Ymp%E4rist/F6teknologiaraportti.pfd>. Viitattu 12.7.2006.
- Heinonen, S. 2002. Teknologian muutos ja ympäristökysymykset: tietoyhteiskunnan ekologinen läpinäkyvyys. Teoksessa: Kamppinen, M., Kuusi, O. & Söderlund, S. (toim.) 2002. Tulevaisuudentutkimus - perusteet ja sovellukset. Suomalaisen kirjallisuuden seuran toimituksia 896. Helsinki: Suomalaisen kirjallisuuden seura. s. 461-481.
- Hjelt, M., Luoma, P., van de Linde, E., Ligtvoet, A., Vader, J. & Kahan, J. 2001. Kokemuksia kansallisista teknologiaennakoinneista. Sitran raportteja 4. Helsinki: Sitra. 200 s.
- Huttunen, S. 2004. Paikallista kestäväää energiaa –uusiutuvan energian mahdollisuudet maataloilla. Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitoksen tiedonantoja 80. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. 64 s.
- ISAAA. 2006. Global Status of Biotech/GM Crops in 2005. Briefs No. 34-2005: Executive Summary. Saatavilla internetissä: <http://www.isaaa.org>. Viitattu: 3.4.2006.
- Kamppinen, M., Kuusi, O. & Söderlund, S. (toim.) 2002. Tulevaisuudentutkimus - perusteet ja sovellukset. Suomalaisen kirjallisuuden seuran toimituksia 896. Helsinki: Suomalaisen kirjallisuuden seura. 928 s.
- KTM 2006. Liikenteen biopolttoaineiden tuotannon ja käytön edistäminen Suomessa. Työryhmän mietintö, Kauppa- ja teollisuusministeriön julkaisuja 11/2006. Helsinki: KTM. 138 s.
- Kuusi, O. 2002. Delfoi-menetelmä. Teoksessa: Kamppinen, M & Kuusi, O & Söderlund, S. (toim.). Tulevaisuudentutkimus. Perusteet ja sovellukset. Suomalaisen kirjallisuuden seuran toimituksia 896. Helsinki: Suomalaisen kirjallisuuden seura. 928 s.
- Kuusi, O. 1999. Expertise in the future use of generic technologies. Epistemic and methodological considerations concerning delphi studies. Acta universitatis Oeconomicae Helsingiensis, A-159. Helsinki: Helsingin kauppakorkeakoulu. 268 s.

- Kuusi, O., Loikkanen, T. & Turkulainen, T. 2001. Energia 2010 - Teknologian arviointi. Delfoi-paneelitutkimus tulevaisuuden energiavalinnoista. Tulevaisuusvaliokunta, teknologian arviointeja 10. Eduskunnan kanslian julkaisu 8/2001. Helsinki: Eduskunta. 99 s.
- Kuusi, O. (toim.). 1996. Innovation systems and competitiveness. Helsinki. VATT sarja A 22. Helsinki: VATT. 207 s.
- Kuusi, O. 2004. Geenitieto kuuluu kaikille. Helsinki: Edita. 148 s.
- Linstone, H. A. & Turoff, M. (toim.). 2002. The Delphi Method: Techniques and Applications. Saatavilla internetissä: <http://www.is.njit.edu/pubs/delphibook/delphibook.pdf>. Viitattu 17.11.2005.
- Loveridge, D. 1996. Technology Foresight and Models of the Future. Ideas in Progress, Paper Number 4, PREST, the University of Manchester. Saatavissa internetissä: <http://www.personal.mbs.ac.uk/dloveridge>. Viitattu: 12.7.2006.
- Loveridge, D. 2002. Experts and Foresight: Review and Experience. Discussion Paper Series (paper 02-09), PREST, the University of Manchester. Saatavissa internetissä: <http://www.personal.mbs.ac.uk/dloveridge/>. Viitattu: 12.7.2006.
- Mannermaa, M. 1991. Evolutionaarinen tulevaisuudentutkimus. Acta Futura Fennica No. 2. Tulevaisuuden tutkimuksen seura. Helsinki: VAPK-kustannus. 362 s.
- Mannermaa, M. 1999. Tulevaisuuden hallinta - skenaariot strategiatyöskentelyssä. Ekonomia-sarja. Porvoo: WSOY. 227 s.
- Mintzberg, H., Ahlstrand, B. & Lampel, J. 1998. Strategy safari. The complete guide through the wilds of strategic management. New York : Free Press. 406 s.
- Mishra, S., Deshmukh, S.G. & Vrat, P. 2002. Matching of technological forecasting technique to a technology. Technological Forecasting & Social Change 69: 1–27.
- MTT Vakola. Maatalous- ja metsäkoneiden myyntitilasto vuoteen 2003. Saatavissa internetissä: [http://www.mtt.fi/palvelut/mittaustestaus/mittaus\\_stand.html](http://www.mtt.fi/palvelut/mittaustestaus/mittaus_stand.html). Viitattu: 12.7.2006.
- Nonaka, I. & Takeuchi, H. 1995. The knowledge-creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation. New York: Oxford University Press. 284 s.
- OECD. 2004. Biomass and agriculture: sustainability, markets and policies. Proceedings from the OWCD workshop on biomass and agriculture on 10-13 June 2003 Vienna Austria. Paris: OECD. 565 s.
- Palva, R., Rankinen, K., Granlund, K., Grönroos, J., Nikander, A. & Rekolainen, S. 2001. Maatalouden ympäristötuen toimenpiteiden toteutuminen ja vaikutukset vesistökuormitukseen vuosina 1995-1999. MYTVAS-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 478. Helsinki: Suomen ympäristökeskus (SYKE). 92 s.
- Pellizzoni, L. 1999. Reflexive modernization and beyond. Knowledge and value in the politics of environment and technology. Theory, Culture & Society 16, 4: 99-125.
- Rikkonen, P. 2003. Maatalouden tulevaisuus vuoteen 2025: elintarvikeketjun asiantuntijoiden tulevaisuudenkuvia Suomen maataloudesta. MTT:n selvityksiä 32. Helsinki: MTT. 51 s.
- Rikkonen, P. 2005. Utilisation of alternative scenario approaches in defining the policy agenda for future agriculture in Finland. Maa- ja elintarviketalous 73. Helsinki: MTT. 223 s.
- Ringland, G. 1998. Scenario planning. Managing for the future. New York: John Wiley & Sons. 407 s.
- Saaristo, K. 2000. Avoin asiantuntijuus. Saarijärvi: Jyväskylän yliopisto. 170 s.

- Salo, A. 2001. Arvio teknologian ennakkoinnin kehittämistarpeista. Kauppa- ja teollisuusministeriön tutkimuksia ja raportteja 2/2001. Helsinki: KTM. 76 s.
- Schienstock, G. & Hämäläinen, T. 2001. Transformation of the Finnish innovation system: A network approach. Sitra Reports series 7. Helsinki: Sitra. 247 s.
- Tapio, P. 2003. Disaggregative Policy Delphi. Using cluster analysis as a tool for systematic scenario formation. *Technological Forecasting & Social Change* 70, 1: 83-101.
- Turoff, M. 1975. The Policy Delphi. Teoksessa: Linstone, H.A. & Turoff, M. (toim.), *The Delphi Method. Techniques and Applications*. Don Mills: Addison-Wesley Publishing. s. 84-101.
- Van Der Heijden, K. 1999. *Scenarios. The art of strategic conversation*. New York: John Wiley & Sons. 305 s.
- Vapo Oy. Uusiutuvaa energiaa pelloilta. Saatavissa internetissä: [http://www.vapo.fi/fin/yhtio/vapo\\_energia/peltoenergia/?id=175](http://www.vapo.fi/fin/yhtio/vapo_energia/peltoenergia/?id=175). Viitattu: 21.6.2006
- Vihma, A., Aro-Heinilä, E. & Sinkkonen, M. 2006. Rypsi biodieselin (RME) maatilatuotannon kannattavuus. *MTT:n selvityksiä* 115. 38 s.



## Ennakoiden kohti kestävää maataloutta - ympäristötekniikan tulevaisuuden mahdollisuudet maataloudessa

### Hyvä asiantuntija!

Otin aikaisemmin yhteyttä puhelimise maatalouden tulevaisuuden teknologiaa koskevasta haastattelusta ja sovimme tapaamisajan. Tutkimuksessa ennakoidaan siis maataloustekniikan kehitystä eri sidosryhmien haastatteluiden avulla. Haastattelut liittyvät maa- ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön rahoittamaan ”Ennakoiden kohti kestävää maataloutta (EKOEMA) – ympäristötekniikan tulevaisuuden mahdollisuudet maataloudessa” – hankkeeseen (lisätietoja hankkeesta saat MTT:n Internetsivuilta osoitteesta <http://www.mtt.fi> tai ympäristöklusterin sivuilta <http://www.ymparisto.fi> hakusalla ”ekokema”).

Tutkimuksen tarkoituksena on tuottaa asiantuntijänäkemysten kartoittamisen avulla perusteltuja, skenaariomuotoon puettuja näkemyksiä siitä, mitkä ovat Suomen maataloudessa sovellettavan ympäristötekniikan keskeisimmät ympäristölliset, teknologiset ja institutionaaliset haasteet seuraavien 20 vuoden perspektiivillä. Haastattelujen aikana keskustellaan tulevaisuuden maataloustekniikasta kolmen teeman alla seuraavasti:

- (1) Maatalouden tuotantoteknologiset vaihtoehdot tulevaisuudessa
- (2) Uusiutuvat energianlähteet tulevaisuuden maataloudessa
- (3) Maataloudessa sovellettavan bio- ja geenitekniikan vaihtoehdot tulevaisuudessa

Haastatteluteemojen aluksi on koostettu eräitä näihin teemoihin liittyviä aiheita ja nykytilannetietoja. Näihin kuvioihin pyydämme teiltä tulevaisuuden näkemyksenne (toivottava ja todennäköinen tulevaisuuspoiku). Haastattelun edetessä siirrymme yksityiskohtaisempiin kehitysnäkemyksienne läpikäyntiin.

Toivoisimme, että keskustelu keskittyisi niihin asioihin haastattelussa, joihin oma asiantuntemuksenne ensisijaisesti liittyy. Kaikkiin kohtiin eri teemoissa ei siten tarvitse välttämättä vastata. Toivomme myös, että nostat esiin ns. viljelejä kortteja, joiden kehitykselle ei välttämättä vielä löydy perusteita, mutta jotka näkemyksenne mukaan voivat toteutuessaan muokata kovastikin maatalouden teknologista kehitystä.

Tutkimuksessa on kaikkiaan kaksi vastauskierrosta, joista jälkimmäinen järjestetään vuoden 2005 syksyllä postikyselyinä. Tällä toisella kierroksella täsmennetään ensimmäisen kierroksen tulevaisuuden näkemyksiä. Toivoisimme, että voisitte osallistua molempien kierrosten keskusteluun. Kierrosten jälkeen keuhkollista 2006 paneelille järjestetään tulevaisuusstudio, jossa tutkimustulokset esitellään skenaariomuotoon puettuna ja keskustellaan tulevaisuuden maataloustekniikan toteuttamisnäkökohdista tutkimustulosten valossa.

Vastaukset käsitellään molemmilla kierroksilla luottamuksellisesti.

Kunnioitavasti,

Pasi Rikkinen  
Johtava tutkija  
MTT, Taloustutkimus (MTTL)  
09-5608 6265  
[pasi.rikkinen@mtt.fi](mailto:pasi.rikkinen@mtt.fi)

Sonja Pyykkönen  
tutkija  
Suomen ympäristökeskus (SYKE)  
09-4030 0376  
[sonja.pyykkonen@ymparisto.fi](mailto:sonja.pyykkonen@ymparisto.fi)

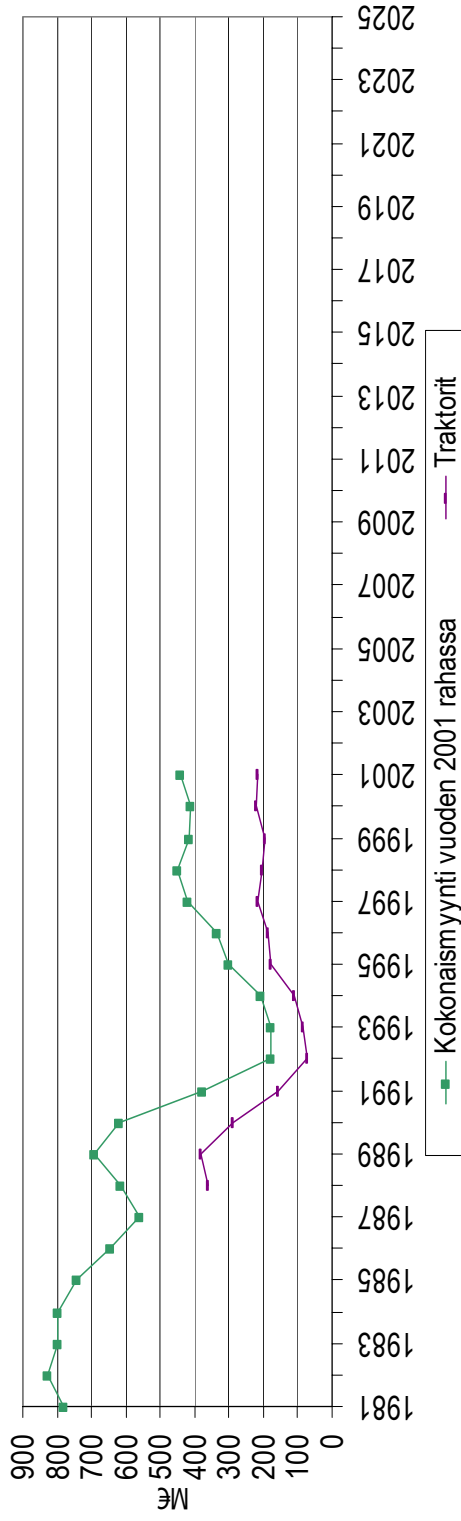
## Liite 1 (2/7).

### 1. Maatalouden tuotantoteknologiset vaihtoehdot tulevaisuudessa

Teemassa tarkastellaan tuotantoteknologisia vaihtoehtoja Suomen maatalouden näkökulmasta. Tämän teeman avainindikaattoreiksi on valittu maatalouskoneisiin liittyvät tulevaisuuden investointinäköymät. Pyydämme Teitä tulevaisuusnäkemystänne alla oleviin kysymyksiin. Avainindikaattoreiden läpikäymisen jälkeen haastattelu etenee tarkempiin teemoihin koskien yleisesti maatalouden tieto- ja viestintätekniikan, paikkatietotekniikan ja tuotantoteknologisten innovaatioiden kehitysnäkymiä.

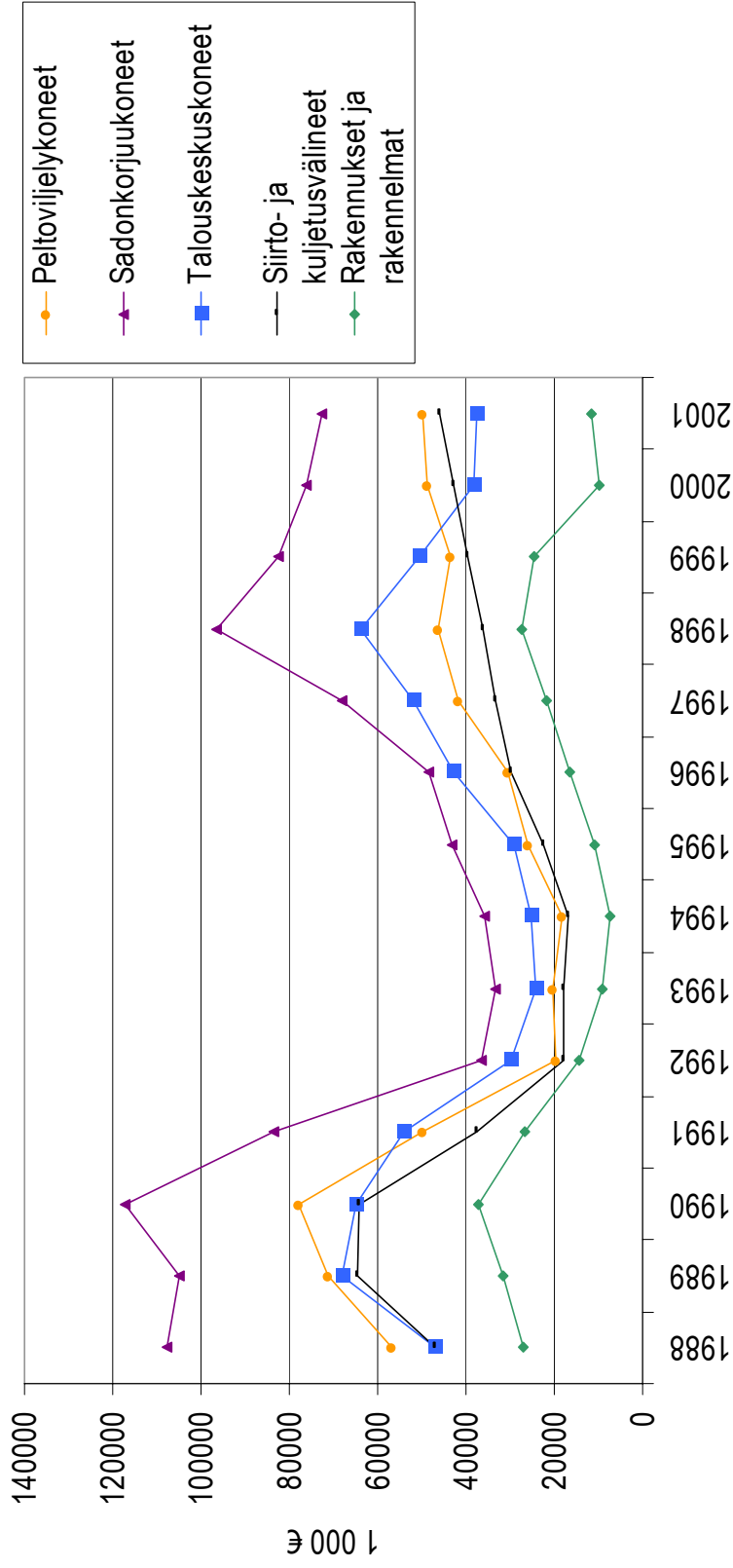
Arvioi piirtämällä kuvioon, miten maatalouskoneiden ja traktoreiden kokonaisymynti kehittyi mielestänne vuodesta 2003 eteenpäin. Mieti piirtäessäsi onko muutos lineaarista, itseään vahvistavaa ja nopeutuvaa, nopeasti kasvavaa, mutta tasaantuvaa vai kääntyykö muutos jakson aikana vastakkaiseksi. Kuviossa on valmiina aikasarjat molempien muuttujien kehityksestä vuoteen 2003 asti. Piirrä kuvioon yhteensä neljä viivaa (sekä kokonaisymyntiin että traktoreiden kohdalla) merkittävimmäksi toivottavana pitämäsi kehitys (1):llä ja todennäköisensä pitämäsi kehitys (2):llä. Toivottavan kehityksen tulee olla mielestäne mahdollinen.

#### Maatalouskoneiden ja traktoreiden kokonaisymynti Suomessa (MTT/Vakolan konemyyntitilastot)



Kuvio 1. Maatalouskoneiden ja traktoreiden kokonaisymynti Suomessa

Liite 1 (3/7).



Kuvio 2. Eri koneryhmien myynnin kehitys kotimarkkinoilla vuoden 2001 rahana, ei sisällä traktoreita (MTT/Vakolan konemyyntitilastot).

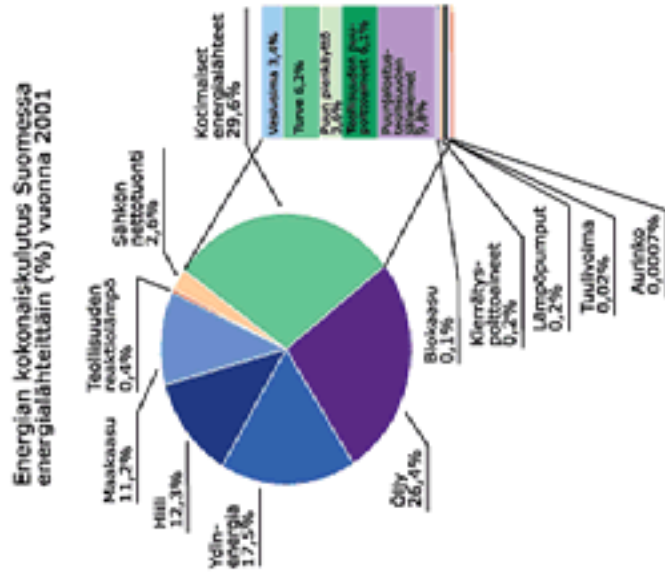
## Liite 1 (4/7).

Kuviossa 2. on esitetty eri koneryhmien myyntiä vuosien 1988 ja 2002 välillä. Arvioikaa oman näkemyksenne perusteella eri koneryhmien myynnin kehitystä seuraavien 20 vuoden aikana. Ympyröikää mielipidetänne vastaava käsitys kustakin koneryhmästä alla olevaan taulukkoon. Arvioikaa (1) kuinka toivoisitte myynnin kehittyvän ja (2) kuinka kehitys todennäköisesti etenee.

Koneryhmien myynti	1. Toivomme muutos	2. Todennäköisin muutos
		-3=vähenee nykytasolta voimakkaasti -2=vähenee nykytasolta selkeästi -1=vähenee nykytasolta jonkin verran 0 =pysyy ennallaan 1=lisääntyy nykytasolta jonkin verran 2=lisääntyy nykytasolta selkeästi 3=lisääntyy nykytasolta voimakkaasti
1. Sadonkorjuukoneiden myynti (niittokoneet, silppurit, haravakoneet, paalaimet, puimurit, perunan, juurikasvien ja vihannesten korjuukoneet)	-3 -2 -1 0 1 2 3	-3 -2 -1 0 1 2 3
2. Peltoviljelykoneiden myynti (aurat, äkeet, jyrsimet, lannoittelevittimet, kylvö-lannoituskoneet, kylvökoneet, istutus-koneet, kasvinsuojelu- ja hoitokoneet, sadetuslaitteet)	-3 -2 -1 0 1 2 3	-3 -2 -1 0 1 2 3
3. Siirto- ja kuljetuskoneiden myynti (perävaunut, kiinteän ja lietalannan levitysvaunut, maan ja lumensiirto, kuormaimet)	-3 -2 -1 0 1 2 3	-3 -2 -1 0 1 2 3
4. Talouskeskuskoneiden myynti (viljan lajitteluun ja kuivaukseen käytetyt koneet, myllyt, rehusekoittimet, karkearehun käsittelylaitteet, lypsykoneet, -asemat ja robotit, ruokkijat, lannanpoistolaitteet)	-3 -2 -1 0 1 2 3	-3 -2 -1 0 1 2 3
5. Rakennusten ja rakennelmien myynti (elementtirakenteiset tuotantorakennukset, lietesäiliöt, lantantilat, kalusteet, sillot)	-3 -2 -1 0 1 2 3	-3 -2 -1 0 1 2 3

## 2. Vaihtoehtoiset energianlähteet tulevaisuuden maataloudessa

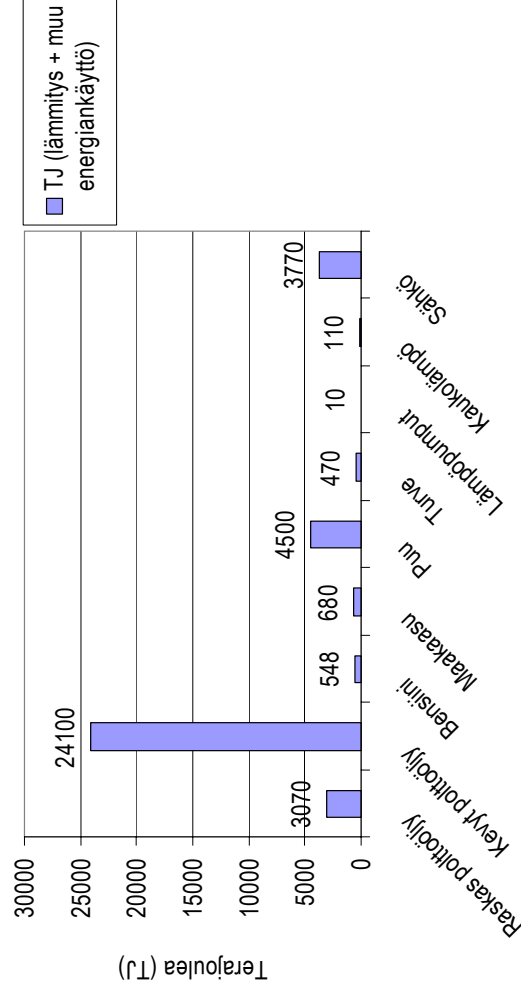
Teemassa tarkastellaan uusiutuvien energianlähteiden antamia mahdollisuuksia ja potentiaalia maataloustuotannossa. Alla ensimmäisenä on esitetty pohjatietona energian kokonaiskulutus Suomessa vuonna 2001. Seuraavana esitetään pylväikkö maattojen energiankulutuksesta energianlähteineen. Näiden taustatietojen perusteella pyytäsimme Teitä antamaan näkemyksenne uusiutuvien energianlähteiden käytön kehityksestä kuvioiden jälkeiseen taulukkoon.



Lähde: Tilastokeskus, Energialähteet 2001

Kuvio 3. Energian kokonaiskulutus ja energialähteet Suomessa vuonna 2001

**Energiankulutus maatioilla energianlähteittäin vuonna 2001 (Tilastokeskus 2002)**



Kuvio 4. Maattojen energiankulutus vuonna 2001.

## Liite 1 (6/7).

Kuviossa 4. on esitetty maatilojen energiankulutus vuonna 2001. Arvioi oma näkemysenne perusteella uusiutuvien energianlähteiden käytön kehitystä maataloudessa seuraavien 20 vuoden aikana. Ympyröikää mielipidettänne vastaava käsitys kustakin energianlähteestä. Arvioi (1) kuinka toivoisitte kunkin energialähteen käytön kehittyvän ja (2) kuinka kehitys todennäköisesti etenee.

	1. Toivomme muutos	2. Todennäköisin muutos
<b>Uusiutuvat energianlähteet maataloudessa</b>		
	-3=vähenee nykytasolta voimakkaasti -2=vähenee nykytasolta selkeästi -1=vähenee nykytasolta jonkin verran 0 =pysyy ennallaan 1=lisääntyy nykytasolta jonkin verran 2=lisääntyy nykytasolta selkeästi 3=lisääntyy nykytasolta voimakkaasti	
1. Puun pienkäyttö	-3 -2 -1 0 1 2 3	-3 -2 -1 0 1 2 3
2. Biokaasun käyttö	-3 -2 -1 0 1 2 3	-3 -2 -1 0 1 2 3
3. Tuulivoiman käyttö	-3 -2 -1 0 1 2 3	-3 -2 -1 0 1 2 3
4. Vesivoiman käyttö	-3 -2 -1 0 1 2 3	-3 -2 -1 0 1 2 3
5. Aurinkoenergia	-3 -2 -1 0 1 2 3	-3 -2 -1 0 1 2 3
6. Poltettavan peltohiomassan käyttö	-3 -2 -1 0 1 2 3	-3 -2 -1 0 1 2 3
7. Muu energialähde (.....)	-3 -2 -1 0 1 2 3	-3 -2 -1 0 1 2 3

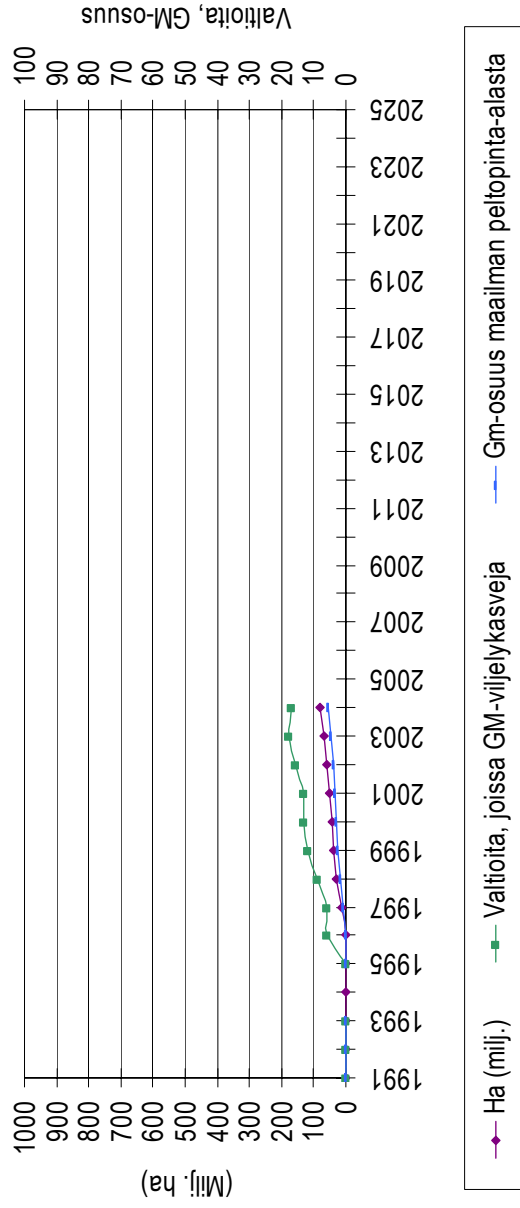
## Liite 1 (7/7).

### 3. Maataloudessa sovellettavan bio- ja geeniteknologian vaihtoehdot tulevaisuudessa

Tässä teemassa tarkastellaan bio- ja geeniteknologian vaihtoehtoja Suomessa. Valittu avainindikaattori kertoo tämänhetkisen tilanteen muuntoogeneisten viljelykasvien yleisyydestä maailmalla. Haastattelussa keskityimme bio- ja geeniteknologian vaihtoehtoihin Suomen maataloudessa.

Arvioi piirtämällä kuvioon, miten esitetyt muuttujat kehittyvät mielestänne vuodesta 2004 eteenpäin. Mieti piirtäessäsi onko muutos lineaarista, itseään vahvistavaa ja nopeutuvaa, nopeasti kasvavaa, mutta tasaantuvaa vai kääntyykö muutos jakson aikana vastakkaiseksi. Kuviossa on valmiina aikasarja muuttujan kehityksestä vuoteen 2004 asti. Piirrä kuvioon yhteensä kuusi viivaa kolmeen kuvion esittämään muuttujaan merkittävää toivottavana pitämäsi kehitys (1):llä ja todennäköisenä pitämäsi kehitys (2):lla.

**GM-kasvilajikkeiden kaupallinen viljelyala\*, -maat ja -osuus maailmassa**  
(FAO 2003; ISAAA 2003)



Kuvio 5. GM-kasvilajikkeiden levinneisyys maailmassa (\*Viljelyala maailmassa oli vuonna 2000 n. 1 500 milj. hehtaaria)

## Ennakoiden kohti kestävää maataloutta - ympäristötekniikan tulevaisuuden mahdollisuudet maataloudessa

### Hyvä asiantuntija!

Viime keväänä Teitä haastateltiin maatalouden tulevaisuuden teknologiaa koskevasta kehityksestä. Tutkimus liittyy maa- ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön rahoittamaan ”Ennakoiden kohti kestävää maataloutta (EKOEMA) – ympäristötekniikan tulevaisuuden mahdollisuudet maataloudessa” – hankkeeseen (lisätietoja hankkeesta saat MTT:n Internetsivuilta osoitteesta <http://www.mtt.fi> tai ympäristökluusterin sivuilta <http://www.ymparisto.fi> hakusanalla ”ekokema”).

Tutkimuksen tarkoituksena on tuottaa asiantuntijänäkemysten kartoittamisen avulla perusteltuja, skenaariomuotoon puettuja näkemyksiä siitä, mitkä ovat Suomen maataloudessa sovellettavan ympäristötekniikan keskeisimmät ympäristölliset, teknologiset ja institutionaaliset haasteet seuraavien 20 vuoden perspektiivillä. Haastatteluteemoja kävimme läpi seuraavasti:

- (1) Maatalouden tuotantoteknologiset vaihtoehdot tulevaisuudessa
- (2) Uusiutuvat energianlähteet tulevaisuuden maataloudessa
- (3) Maataloudessa sovellettavan bio- ja geenitekniikan vaihtoehdot tulevaisuudessa

Oheisessa raportissa on esitetty haastattelukierrokseen valitun paneelin tulevaisuuskäynnyn näihin teemoihin. Pyytäisimme Teitä tutustumaan ensimmäisen kierroksen tuloksiin. Tähän lomakkeeseen olemme koonneet kuvia ensimmäiseltä kierrokselta saadut mediaani-, minimi- ja maksimiarvot. Pyytäisimme Teitä tarkastelemaan tuloksia ja vertaamaan niitä omiin ensimmäisen vastauskierroksen tuloksiin, joka on kopioituna oheissa. Mietittääkää raportissa esitetyn keskustelun valossa, muuttaako se Teidän omaa tulevaisuusnäkemystänne kehityksestä. Jos haluatte vaihtaa kantaanne ensimmäisellä kier-

roksella annetusta, pyytäisimme, että piirtäisitte tai kirjaisitte uuden arvionne mukana olevaan ensimmäisen kierroksen kopiaan. Kirjatkaa samalla vastauslomakkeeseen myös vaihtamiseen johtanut peruste.

*Lisäksi toivoisimme, että vastaisitte lomakkeen lopussa esitettyihin tarkennettuihin tulevaisuusväittämiin ja -kysymyksiin. Vastausohjeet on esitetty ennen tarkennettua kyselyä. Toivoisimme edelleen, että keskittyisitte niihin kysymyksiin lomakkeessa, joihin oma asiantuntemuksemme ensisijaisesti liittyy. Kaikkiin kohtiin eri teemoissa ei siten tarvitse välttämättä vastata.*

Tällä toisella kierroksella täsmennetään siis ensimmäisen kierroksen tulevaisuuskäynnysä. Toivoisimme, että voisitte osallistua tarkentavaan kyselyyn. Näiden toteutettujen kierrosten jälkeen keväällä 2006 järjestetään tulevaisuus-seminaari, jossa tutkimustulokset esitellään skenaariomuotoon puettuna. Tilaisuudessa keskustellaan tulevaisuuden maataloustekniikan toteuttamisnäkökohdista tutkimustulosten valossa.

Vastaukset käsitellään luottamuksellisesti.

Kunnioltavasti,

Hannu Haapala  
Prof., tutkimusyksikön johtaja  
MTT, Maataloustekniikan tutkimus  
Vakolantie 55  
03400 VIHTI  
(09) 2242 5252  
[hannu.haapala@mtt.fi](mailto:hannu.haapala@mtt.fi)

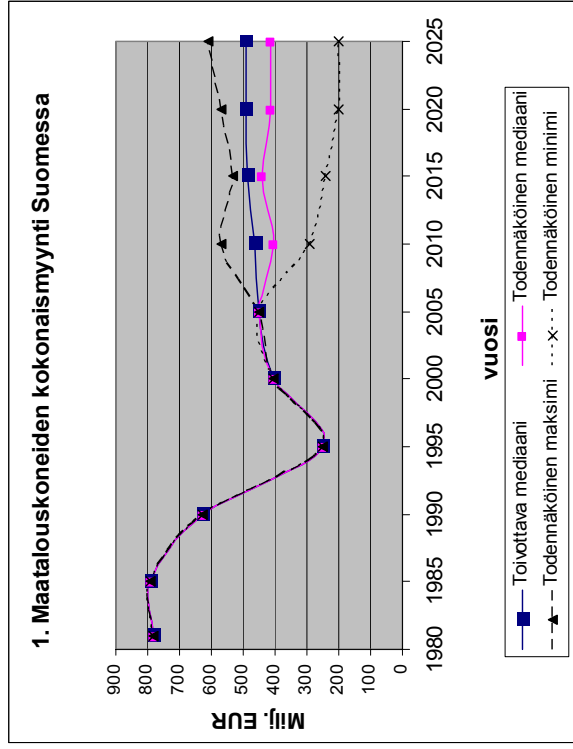
Pasi Rikkinen  
Johtava tutkija  
MTT, Taloustutkimus (MTTL)  
Luuthantintie 13  
00410 HELSINKI  
09-5608 6265  
[pasi.rikkinen@mtt.fi](mailto:pasi.rikkinen@mtt.fi)



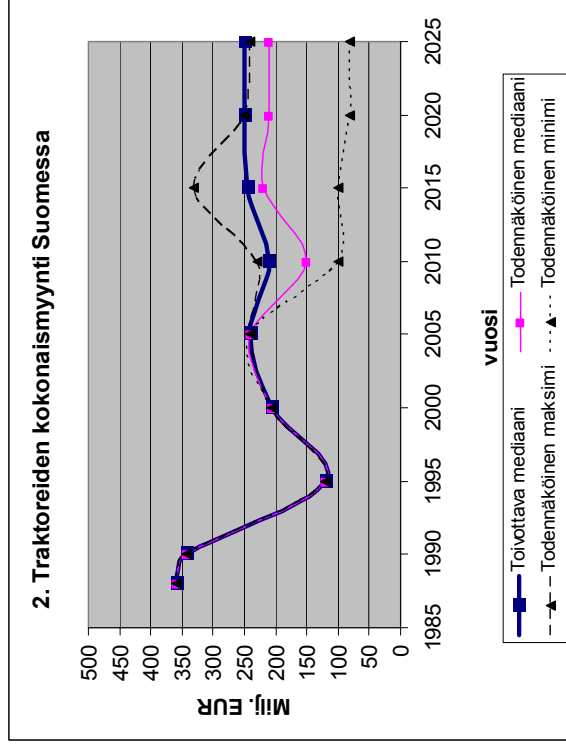
## Liite 2 (2/8).

### 1. Maatalouden tuotantoteknologiset vaihtoehdot tulevaisuudessa

Teemassa tarkasteltiin tuotantoteknologisia vaihtoehtoja Suomen maatalouden näkökulmasta. Tämän teeman avainindikaattorina olivat maatalouskoneisiin liittyvät tulevaisuuden investointinäkymät. Alla on esitetty tulokset ensimmäisen kierroksen vastauksina. Kuvioissa esitetään miniminäkemys, maksiminäkemys ja mediaaninäkemys (keskimääräinen arvo). Pyytäisimme, että perehdyttyänne muiden antamiin vastauksiin piirtäisitte toisen kierroksen arvonne mukana olevaan ensimmäisen kierroksen kopioon. Arviota voi muuttaa tai pitää samana. Jos arvonne on sama, vahvistakaa se piirtämällä vastauksenne päälle uudestaan ja palauttakaa kopio.



Kuvio 1. Maatalouskoneiden kokonaismyynti Suomessa



Kuvio 2. Traktoreiden kokonaismyynti Suomessa

Näkemykseni kuvioissa 1. ja 2. esitetystä maatalouskoneiden ja traktoreiden myynnin tulevaisuudenkuvista Suomen maataloudessa:

## Liite 2 (3/8).

Kuvioissa 3. ja 4. on esitetty ensimmäisen kierroksen vastausten perusteella koneryhmien todennäköinen ja toivottava kehitys. Perhehdytyänne muiden vastauksiin ja perusteluihin, vastatkaa toisen kierroksen näkemyksenne mukana olevaan ensimmäisen kierroksen kopioon ja palauttakaa kopio kyselylomakkeen mukana. Näkemystä voi muuttaa tai sen voi pitää samana.

### KONERYHMIEN MYYNTI: TODENNÄKÖINEN KEHITYS

	N	Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiahjonta
Sadonkorjuukoneiden myynti	9	-3	1	0	1,36
Peltoviljelykoneiden myynti	9	-3	1	-1	1,27
Siirto- ja kuljetuskoneiden myynti	9	-1	2	1	0,97
Talousseskkoneiden myynti	8	-2	2	1	1,21
Rakennusten ja rakennelmien myynti	8	-2	2	1	1,41

Kuvio 3. Koneryhmien myynnin todennäköinen kehitys (ei sisällä traktoreita, MTT/Vakolan konemyyntitilastot)

### KONERYHMIEN MYYNTI: TOIVOTTAVA KEHITYS

	N	Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiahjonta
Sadonkorjuukoneiden myynti	9	-1	2	0	1,09
Peltoviljelykoneiden myynti	9	-2	3	-1	1,66
Siirto- ja kuljetuskoneiden myynti	9	-2	2	1	1,42
Talousseskkoneiden myynti	8	-2	2	1	1,39
Rakennusten ja rakennelmien myynti	8	-2	2	1	1,23

Kuvio 4. Koneryhmien myynnin toivottava kehitys (ei sisällä traktoreita, MTT/Vakolan konemyyntitilastot)

Näkemykseni kuvioissa 3. ja 4. esitetystä koneryhmien myynnin tulevaisuudenkuvista Suomen maataloudessa:

---

---

---

## Liite 2 (4/8).

### 2. Vaihtoehtoiset energianlähteet tulevaisuuden maataloudessa

Teemassa tarkasteltiin uusiutuvien energianlähteiden antamia mahdollisuuksia ja potentiaalia maataloustuotannossa. Kuvioissa 5. ja 6. on esitetty ensimmäisen kierroksen tulokset. Perehdytyämme muiden vastauksiin ja perusteluihin, vastatkaa toisen kierroksen näkemykseemme mukana olevaan ensimmäisen kierroksen kopioon ja palauttakaa kopio kyselylomakkeen mukana. Näkemystä voi muuttaa tai sen voi pitää samana.

#### UUSIUTUVAT ENERGIANLÄHTEET: TODENNÄKÖINEN KEHITYS

	N	Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiahajonta
Puun pienkäyttö	14	-2	3	1,5	1,49
Biokaasun käyttö	16	0	3	2	0,97
Tuulivoiman käyttö	14	0	3	1	0,89
Vesivoiman käyttö	14	-1	1	0	0,54
Aurinkoenergia	14	0	3	1	1,21
Poltettavan pelto biomassan käyttö	17	0	3	2	1,05

Kuvio 5. Uusiutuvien energianlähteiden todennäköinen kehitys

#### UUSIUTUVAT ENERGIANLÄHTEET: TOIVOTTAVA KEHITYS

	N	Minimi	Maksimi	Mediaani	Keskiahajonta
Puun pienkäyttö	14	-1	3	2	1,21
Biokaasun käyttö	16	0	3	3	0,89
Tuulivoiman käyttö	14	0	3	1	1,33
Vesivoiman käyttö	14	-3	2	0	1,10
Aurinkoenergia	14	0	3	1,5	1,02
Poltettavan pelto biomassan käyttö	17	0	3	2	1,23

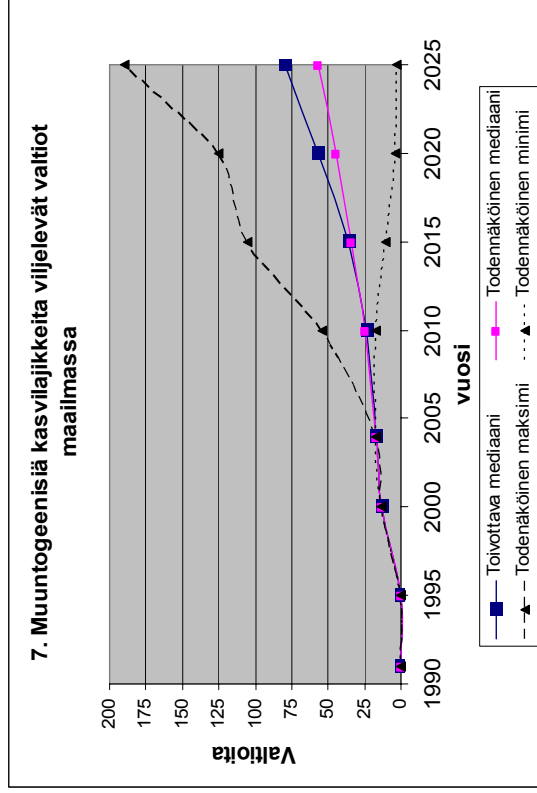
Kuvio 6. Uusiutuvien energianlähteiden toivottava kehitys

Näkemykseni kuvioissa 5. ja 6. esitetyistä uusiutuvien energianlähteiden tulevaisuuden kuvista Suomen maataloudessa:

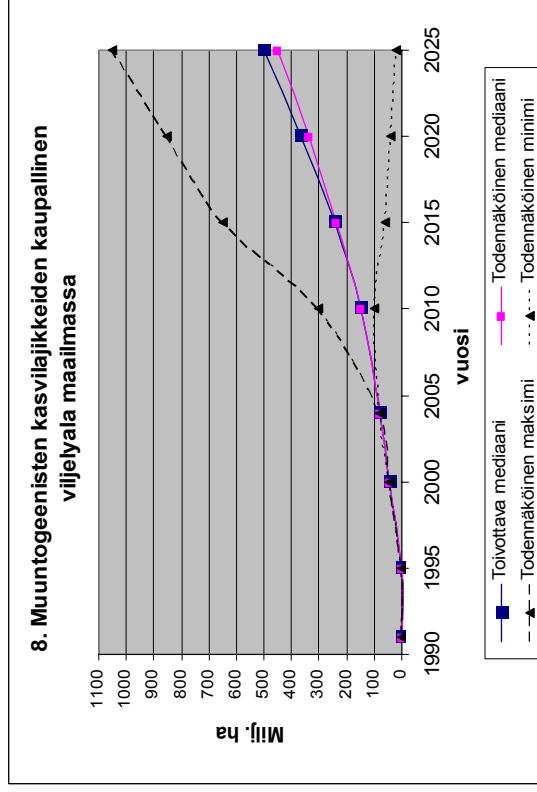
## Liite 2 (5/8).

### 3. Maataloudessa sovellettavan bio- ja geeniteknologian vaihtoehdot tulevaisuudessa

Tässä teemassa tarkasteltiin bio- ja geeniteknologian vaihtoehtoja Suomessa. Kuvioissa 7. ja 8. on esitetty ensimmäisen kierroksen tulokset. Pehdyttyänne muiden vastauksiin ja perusteluihin, vastatkaa toisen kierroksen näkemyksenne mukana olevaan ensimmäisen kierroksen kopiaan ja palauttakaa kopio kyselylomakkeen mukana. Näkemystä voi muuttaa tai sen voi pitää samana.



Kuvio 7. Muuntogeenisiä kasvilajikkeita viljelevien valtioiden lukumäärä



Kuvio 8. Muuntogeenisten kasvilajikkeiden kaupallinen viljelyala

Näkemykseni kuvioissa 7. ja 8. esitetystä muuntogeenisten kasvilajikkeiden tulevaisuudenkuvista maailmalla:

---

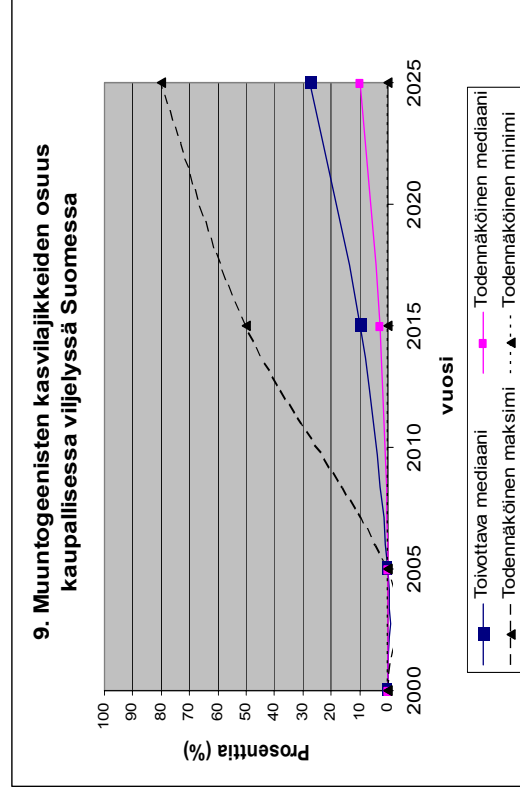
---

---

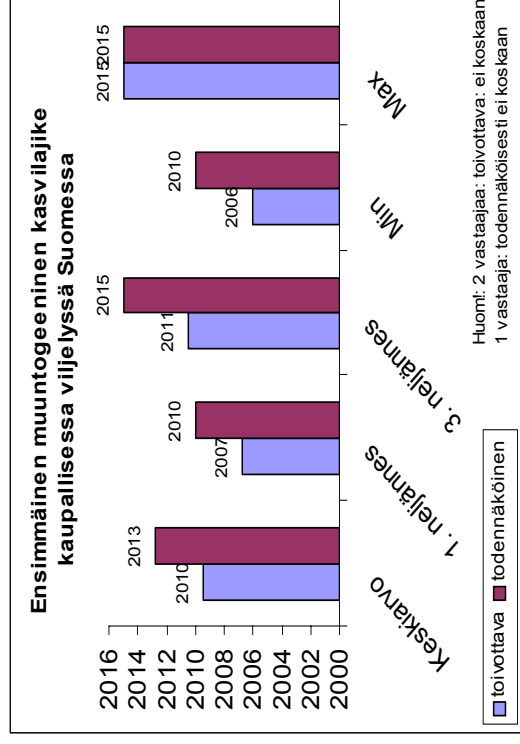
---

## Liite 2 (6/8).

Kuvioissa 9. ja 10. esitetään ensimmäisen kierroksen tulevaisuusnäkemykset ensinnäkin muutogeenisten kasvilajikkeiden osuudesta kaupallisessa viljelyssä Suomessa ja toiseksi ensimmäisen muutogeenisen kasvilajikkeen ilmentymisestä kaupalliseen viljelyyn Suomessa. Nämä tulokset on poimittu haastatteluaineistosta.



Kuvio 9. Muutogeenisten kasvilajikkeiden osuus kaupallisessa viljelyssä Suomessa



Kuvio 10. Ensimmäinen gm-kasvilajike kaupallisessa viljelyssä Suomessa

Oma näkemysni kuvioissa 9. ja 10. esitetystä muutogeenisten kasvilajikkeiden tulevaisuudenkuvista ja oheisessa raportissa esitetystä niiden perusteluista koskien Suomen maataloutta:

---



---



---

## Liite 2 (7/8).

### TARKENTAVA OSIO

Toivoisimme, että vastaisitte vielä seuraaviin tarkennettuihin kysymyksiin ja väittämiin. Arvioi seuraavaksi esitettyjen muutosten tapahtuma-aika Suomessa sekä toivottavan että todennäköisen toteutumisen suhteen. Merkitse vastaukseti kirjoittamalla vuosilukuarvio aikajanelle. Jos kysymyksis- sä esitetty prosentuaalinen arvio on mielestääsi mahdoton, merkitse rasti (x) ”ei toteudu” kohtaan. Ilmoita siinä tapauksessa todennäköisenä pitämäsi ääriarvo prosentteina (joko suurempi tai pienempi esitettyyn alkuarvoon nähden) kirjoittamalla se oikealla olevaan sarakkeeseen.

### VUOSILUKUARVIOT

	2005	2010	2015	2020	2025	ei toteudu	ääriarvo
1. Työvaiheita yhdistetään ja kevyemmät menetelmät yleistyvät, jolloin kasvukuntoon laitetavan pellon käsittelykerrat vähenevät 50%.	toivottava	-----	-----	-----	-----	---	-----
	todennäköinen	-----	-----	-----	-----	---	-----
2. Traktoreista 25 % on varustettu ns. hybriditekniikalla (polttomoottorin ja sähkömoottorin yhdistelmällä)	toivottava	-----	-----	-----	-----	---	-----
	todennäköinen	-----	-----	-----	-----	---	-----
3. Ruokohelven viljelyala ylittää 50 000 hehtaaria (10 000 ha v. 2005)	toivottava	-----	-----	-----	-----	---	-----
	todennäköinen	-----	-----	-----	-----	---	-----
4. Terveysvaikutteinen elintarvike, joka on jalostettu muuntogeenisestä kasvilajikkeesta, otetaan Suomessa käyttöön	toivottava	-----	-----	-----	-----	---	-----
	todennäköinen	-----	-----	-----	-----	---	-----
Pyytäisimme vielä arviotanne seuraaviin kysymyksiin ja väittämiin. Jos arvioitte, että väittäjä ei toteudu, laittakaa rasti ”ei toteudu” kohtaan.							
1. Kuinka suuri osuus peltopinta-alasta on energiakasveilla	toivottavasti vuonna 2015 _____%	2025 _____%	toivottavasti vuonna 2015 _____%	2025 _____%	todennäköisesti vuonna 2015 _____%	2025 _____%	
2. Ilmastonmuutoksen vaikutuksesta maissi nousee pääasialliseksi energiakasviksi v. _____ (ei toteudu _____) sen suuren biomassan tuotantokyvyn ansiosta							
3. Valtio tukee biokaasuntuotantoa kWh-pohjaisella (verohelpotus)tuella	toivottavasti vuoteen _____ mennessä (ei toteudu _____)	todennäköisesti vuoteen _____ mennessä (ei toteudu _____)					
4. Biopolttoaineen osuus traktoreiden poltto- ja voiteluaineena on toivottavasti _____% ja todennäköisesti _____% vuoteen 2025 mennessä							
5. Muuntogeenisiä energiakasveja otetaan Suomessa viljelykäyttöön toivottavasti v. _____ ja todennäköisesti v. _____ (ei toteudu _____)							
6. Lääketeollisuuden tarvitsemää biomassaa tuottavia muuntogeenisiä lajikkeita otetaan käyttöön	toivottavasti v. _____	todennäköisesti v. _____					

## Liite 2 (8/8).

### VÄITTÄMÄOSUUS

Vastatkaa lopuksi maatalouden tulevaisuudesta esitettyihin väittämiin. Miettikää maatalouden kehitystä seuraavien 20 vuoden aikavälillä omasta näkökulmastanne ja ainoastaan todennäköisen kehityksen suhteen.

### VÄITTÄMÄ

1. Kevennetty muokkaus on pääasiallinen pellon kasvukuntoon laittamisen toimenpide	-3 -2 -1 0 1 2 3
2. Suorakylvö on aina paikallinen ja maalaripippuvainen ratkaisu	-3 -2 -1 0 1 2 3
3. Ravinnekrierron optimointi on helpompaa kotieläintuotannon keskittyessä.	-3 -2 -1 0 1 2 3
4. Maataloustuotanto keskittyy yhä enemmän rannikkoalueille Etelä- ja Länsi-Suomessa	-3 -2 -1 0 1 2 3
5. Kotieläintuotanto aiheuttaa tulevaisuudessa vakavan pistekuormituslähteen	-3 -2 -1 0 1 2 3
6. Luonnonmukaisen tuotannon viljelyalaosuus maataloudessa on 20 % vuonna 2025	-3 -2 -1 0 1 2 3
7. Ilmastonmuutoksen vaikutuksesta kevään ruuhkahuippu jakaantuu pidemmälle aikavälille, jolloin peltoviljelyn kapasiteettitarve pienenee	-3 -2 -1 0 1 2 3
8. Investointituista suuri osuus kohdistetaan tulevaisuudessa peltibiomassatuotannon teknologiakehityksen kehittämiseksi päätuotantosuuntien sijasta	-3 -2 -1 0 1 2 3
9. Maatalouden tuottama uusiutuva energia tuotetaan samoilla alueilla kuin päätuotantosuuntien tuotantokin (tuotannon keskittymistrendi ohjaa sijoittumista)	-3 -2 -1 0 1 2 3
10. Uusi maatalouden energiatuotantosuunta pysäyttää Itä- ja Pohjois-Suomen maaseudun autioitumiskehityksen	-3 -2 -1 0 1 2 3
11. Vuonna 2015 perinteinen jalostaminen on syrjäytetty ja valta-asemassa on geeniteknikkaan perustuva jalostaminen	-3 -2 -1 0 1 2 3
12. Luonnonmukaisen, tavanomaisen ja muuntogeenisen kasvinviljelyn erillään pidon kustannukset ovat hyötyjä suuremmat ja siten erillään pidon järjestäminen ei pidemmällä aikavälillä toteudu	-3 -2 -1 0 1 2 3
13. Geenimuutelu tuo maatalouteen viljelykasveja, joita hyödynnetään joko funktionaalaisina elintarvikkeina tai lääketuotannossa	-3 -2 -1 0 1 2 3

### **Liite 3 (1/1). Haastatellut asiantuntijat.**

Vanhempi tutkija Liisa Pesonen, MTT, Maatalousteknologia

Professori Risto Tahvonen, MTT, Puutarhatuotanto

Maanviljelijä Markus Eerola, MTK, ympäristövaliokunta

Professori Jukka Ahokas, Helsingin yliopisto, Maa- ja kotitalousteknologian laitos

Toimitusjohtaja Marko Sipola, Junkkari Oy

Professori Asko Mäki-Tanila, MTT, Eläinjalostus

Professori Jukka Rintala, Jyväskylän yliopisto

Teknologia-asiantuntija Marjatta Aarniala, Tekes

Projektipäällikkö Hannu Uusihonko, PrizzTech Oy

Tutkimuspäällikkö Seppo Tuomi, Työtehoseura

Maatalousneuvos Taina Vesanto, Maa- ja metsätalousministeriö

Erikoistutkija Jussi Tammissola, Maa- ja metsätalousministeriö

Jalostusjohtaja Eero Nissilä, Boreal kasvinjalostus Oy

Puheenjohtaja Hannes Tuohiniitty, Kansalaisten bioturvayhdistys

Maatalousneuvos Leena Hömmö, Maa- ja metsätalousministeriö

Erikoistutkija, Dosentti Osmo Kuusi, VATT, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus

Tutkimusjohtaja Ilkka P. Laurila, MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus

Kansanedustaja Erkki Pulliainen, Eduskunta

#### 2. Kierroksella lisäksi:

Ohjelmajohtaja Mikael Hilden, Suomen ympäristökeskus

Ylitarkastaja Jyrki Pitkälä, Ympäristöministeriö



## MTT:n selvityksiä -sarjan Talous-teeman julkaisuja

- No 75 Myyrä, S. 2004. Pellon vuokra hinnat Suomessa vuosina 2003–2004. 23 s., 1 liite. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts75.pdf>).
- No 76 Pallari, M. 2004. Ekotuotteistamisen vihreä markkinointimalli – pienyritysten mahdollisuudet ja keinot. 91 s., 8 liitettä.
- No 79 Hirvi, T. 2004. Aktiivitulojen viljelijöiden mielipiteitä investointituesta ja nuorten viljelijöiden aloitustuesta. 60 s., 4 liitettä. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts79.pdf>).
- No 80 Karhula, T., Outa, P., Kankaanhuhta, K. & Simola, I. 2004. Puutarhayritysten talous Suomessa. 74 s, 2 liitettä.
- No 81 Manninen, M. 2004. Työn ja talouden hallinta laajentaneilla lypsykarjatililla. 66 s., 4 liitettä. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts81.pdf>).
- No 88 Paananen, J. & Forsman-Hugg, S. 2005. Lähi- ja luomuruoka kunnallisissa ruokapalveluissa. Esiselvitys päättäjien näkemyksistä. 32 s., 2 liitettä. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts88.pdf>).
- No 90 Karhapää, M., Turunen, H., Ala-Kleme, T., Paasonen, M., Puumala, M. & Siljander-Rasi, H. 2005. Luomuporsastuotannon mahdollisuudet Suomessa. 55 s., 6 liitettä.
- No 91 Koivisto, A. 2005. Mansikantuotannon kilpailuetu Suomessa ja Virossa. 81 s., 4 liitettä.
- No 92 Myyrä, S. & Pietola, K. 2005. Velkojen keskittymiskehitys Suomen maatiloilla. 31 s., 2 liitettä. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts92.pdf>).
- No 93 Juntti, L., Pihamaa, P. & Heikkilä, A-M. 2005. Kotimaista valkuaista herneestä - Onko viljelyyn taloudellisia edellytyksiä? 34 s., 2 liitettä.
- No 97 Forsman, K. 2005. Jämförelse mellan FADN-bokföringssystemet i Finland respektive Sverige. 64 sid., 3 bilagor. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts97.pdf>).
- No 98 Huan-Niemi, E. 2005. Special and Differential Treatment under the WTO Agreement on Agriculture. 33 p., 2 appendices. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts98.pdf>).
- No 100 Lehtonen, H. & Pyykkönen, P. 2005. Maatalouden rakennekehitysnäkymät vuoteen 2013. 40 s., 1 liite. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts100.pdf>).
- No 109 Varvikko, P. 2006. Kasvihuonekurkun ja -tomaatin tarjontaketjut Suomessa. 56 s., 1 liite. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts109.pdf>).
- No 111 Manninen, M & Karhula, T. 2006. Maatalouden taloussuunnittelun ja seurannan tehostaminen. 50 s. (verkkojulkaisu: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts111.pdf>).
- No 112 Heikkilä, A-M. (toim.). 2006. Kestävä lehmä. Lypsylehmien poiston syyt ja kestävyys taloudellinen merkitys. 82 s.
- No 113 Heikkilä, A-M. (toim.). 2006. Laatulihaa tehokkaalla emolehmä tuotannolla. 77 s.
- No 115 Vihma, A., Aro-Heinilä, E. & Sinkkonen, M. 2006. Rypsi biodieselin (RME) maatilatuotannon kannattavuus. 38 s., 4 liitettä.
- No 116 Rikkinen, P., Aakkula, J., Gröönroos, J., Haapala, H., Manni, J., Pyykkönen, S. & Tapio, P. 2006. Ennakoiden kohti kestävää maataloutta - ympäristö teknologian tulevaisuuden mahdollisuudet maataloudessa vuoteen 2025. Loppuraportti. 47 s., 3 liitettä.

