



# Maatalouden uusi teknologia – tarkkuutta ja tehokkuutta

Ensimmäiset teknologiapäivät 1.–2.10.2003  
MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola), Vihti

Marja Kallioniemi (toim.)



MTT:n selvityksiä 50  
123 s.

## **Maatalouden uusi teknologia – tarkkuutta ja tehokkuutta**

**Ensimmäiset teknologiapäivät 1.–2.10.2003  
MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola), Vihti**

Marja Kallioniemi (toim.)

ISBN 951-729-816-1 (Verkkajulkaisu)

ISSN 1458-5103 (Verkkajulkaisu)

<http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts50.pdf>

Copyright

MTT

Toimittanut:

Marja Kallioniemi

Julkaisija ja kustantaja

MTT

Jakelu ja myynti

MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola), 03400 Vihti

Puhelin (09) 224 251, Telekopio (09) 224 6210

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

Julkaisuvuosi

2004

Kannen kuva

Tapani Rinta-Karjanmaa

# Maatalouden uusi teknologia – tarkkuutta ja tehokkuutta

Ensimmäiset teknologiapäivät 1.–2.10.2003  
MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola), Vihti

Marja Kallioniemi (toim.)

MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus) maatalousteknologian tutkimus (Vakola), Vakolantie 55, 03400 Vihti, [marja.kallioniemi@mtt.fi](mailto:marja.kallioniemi@mtt.fi)

## Tiivistelmä

Maatalousteknologian uusinta tutkimustietoa esiteltiin Ensimmäisillä teknologiapäivillä 1.-2.10.2003 Vihdissä. Tapahtuma koostui seminaareista sekä uuden teknologian näyttelystä. Päivät olivat osa maatalouskonevalmistajien tulevaisuusstrategiatyötä. Tähän julkaisuun on koottu päivien esitelmätekstit.

Professori Hannu Haapala esitti avauspuheenvuorossaan, että suomalaisen maatalousteknologian vientimahdollisuudet ovat tulevaisuudessa pitkälle riippuvaisia uuden teknologian osaamisesta, jota voidaan lisätä eri tahojen yhteistyön avulla. Haapala arvioi, että tulevaisuudessa viljelijä panostaa erikoistuotteisiin ja laatuun, hallitsee tietotekniikan, säästää kustannuksia ja hyödyntää urakointia.

Ministeri Juha Korkea-oja totesi päivien teeman kuvastavan ministeriönkin peruslähtökoh-  
taa, eli panostamista laatuun ja huolellisuuteen. Maatalouden rakenteen kehittämisen ta-  
voitteena on kestäväällä tavalla kilpailukykyinen perheviljelmä, johon liittyy järkevä uuden  
teknologian hyödyntäminen. Tutkimukselta Korkea-oja toivoi entistä parempaa integroitu-  
mista ja sen avulla maatalojen tuotantotalouden edistämistä.

Professori Simon Blackmore Tanskan maatalousyliopistosta esitteli teknologian uusimpia  
suuntauksia maataloudessa, joista nopeimmin kehittyviä ovat robotiikka, elintarvikkeiden  
jäljitettävyysteknologia ja ajamisen avustaminen. Maailman johtaviin täsmäviljelyn ja  
älykkäiden koneiden asiantuntijoihin kuuluva Blackmore korosti, että älyteknologia etuja  
ovat tehokkuus, taloudellisuus ja ympäristöystävällisyys.

Teknologiayrityksen puheenvuoron pitänyt Valtran toimitusjohtaja Ilkka Hakala arvioi,  
että uuden teknologian käyttöönotossa on otettava huomioon koneiden luotettavuus, käy-  
tettävyyden, taloudellisuuden, koneiden teho/painosuhteiden sekä huollon helppous. Juuri nyt kehiti-  
tyvät voimakkaasti traktori- ja työkoneyhdistelmän toimivuus ja yhteensopivuus, jossa  
informaatioteknologia ja satelliittipaikannus luovat uusia mahdollisuuksia.

Tutkimusseminaarin teemana oli ”Mitä on toimiva ja taloudellinen teknologia?” Alustuk-  
sissa käsiteltiin suorakylvöä, viljankorjuun kustannusten säästökohteita, esikuivatun nurmi-  
rehun korjuuketjuja, maatilan johtamisen haasteita sekä täsmäviljelyteknologiaa. Lähinnä  
maatalousrakennusten suunnittelijoille järjestetyn rakennustutkimuksen seminaarin teema-  
na oli ”Toimiva tuotantoympäristö”. Alustusten aiheina olivat tuotantoympäristön suunnit-  
telu, suuret tuotantoyksiköt, jaloittelu ja laiduntaminen, rakennusten paloturvallisuus ja  
henkilötilat, pihattosuunnittelu Ruotsissa sekä luomusikala.

---

*Avainsanat: maatalousteknologia, uusi teknologia, tietoteknologia, täsmäviljely, suorakylvö, toi-  
minnallinen suunnittelu, rakentaminen, tuotantoympäristö*

---

# **New agricultural technology – precision and efficiency**

**First Engineering Days, 1–2 October 2003  
MTT Agricultural Engineering Research (Vakola),  
Vihti, Finland**

Marja Kallioniemi (ed.)

MTT Agrifood Research Finland, Agricultural Engineering Research (Vakola), Vakolantie 55, FI-03400 Vihti, Finland, [marja.kallioniemi@mtt.fi](mailto:marja.kallioniemi@mtt.fi)

## **Abstract**

The newest research results in agricultural engineering were presented at the First Vihti Agricultural Engineering Days in Vihti, Finland, 1–2 October 2003, which comprised seminars and an exhibition of novel agricultural technology. The event was part of the Finnish agricultural machinery manufacturers' development of their strategy for the future. This publication contains the talks given at the event.

In his opening speech, Professor Hannu Haapala from MTT Vakola stated that the ability to export Finnish agricultural technology will in the future depend greatly on know-how in novel technology. This know-how can be enhanced through co-operation between different parties. Haapala predicted that farmers in the future will concentrate on special products and quality, have a good command of information technology, save on costs, and utilise subcontractors.

The Finnish minister of agriculture and forestry, Juha Korkeaoja, stated that the theme of the Agricultural Engineering Days, Precision and Efficiency, also reflects the basic premise of the Ministry of Agriculture and Forestry, which is concentration on quality and carefulness. The Finnish government's goal for the development of farming industry structure is sustainably competitive family farming. Korkeaoja called for better integration of research with politics to promote the production management of farms.

Professor Simon Blackmore from the Royal Veterinary and Agricultural University in Denmark presented the newest trends in agricultural technology. The fastest developing technologies are robotics, tracing technology, and assisted driving. Blackmore, who is one of the leading experts in the world of precision farming and intelligent machines, stressed that the advantages of intelligence technology are efficiency, cost-effectiveness, and environmental friendliness.

The technology company address was held by the managing director of the tractor manufacturer Valtra, Ilkka Hakala. He pointed out that in the implementation of new technology one has to pay attention to the reliability, usability, cost-effectiveness, power-weight ratio, and serviceability of machines and devices. At the moment, intensively developing areas are the functionality and compatibility of the combination tractor and implements. Here, information technology and satellite positioning provide new possibilities.

The Agricultural Engineering Days included a research seminar on the theme "What is functional and economical technology?" The presentations dealt with direct seeding of cereals, cost saving in cereal harvesting, harvesting technology for wilted grass, challenges

in farm management, and precision farming technology. A building research seminar mainly for farm building designers had the theme “Functional production environments”. The presentations dealt with production environment designing, large production units, exercise areas and grazing, fire safety, hygienic locks i.e. changing-rooms for visitors and staff, loose housing barn designing in Sweden, and organic piggeries.

---

*Keywords: agricultural engineering, new technology, information technology, precision farming, direct seeding, farm buildings, functional planning, construction, production environment*

---

## Alkusanat

MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola) juhli syksyllä 2002 toimintansa 100-vuotisjuhlia. Juhlien aikana olimme iloisia ja hieman ylpeitäkin siitä, että meillä oli mahdollisuus esitellä perinteikästä tutkimus-, mittaus- ja standardisointitoimintaamme varsin laajalle yleisölle. Jo tällöin havaitsimme toimintakeskuksemme soveltuvan yllättävän hyvin yleisötapahtuman pitopaikaksi. Teknologiapäivien järjestämisen voisi sanoa olleen luonnollista jatkoa hyvin alkaneelle juhlinnalle.

Tunnustaudun teknologiapäivien idean isäksi. Idea vaatii aina kuitenkin hyvän kasvualustan. Tällaisena toimi tutkimushankkeemme ”Suomalaisen maatalouskoneteollisuuden tulevaisuuden haasteet”, jossa kehitettiin suomalaisen maatalouskoneteollisuuden tulevaisuusstrategiaa. Projektiin kuului tärkeänä elementtinä maatalouskonevalmistajien seminaareja, joista yhteen lupauduin laatimaan esityksen käytännön yhteistyöstä tutkimuksen ja konevalmistajien välillä. Esittämäni konseptiin liittyi yhtenä tärkeänä osana vuosittaiset teknologiapäivät, joissa kokoonnuttaisiin säännöllisesti haastelemaan alan trendejä ja teknologian tasoa niin tutkimuksessa kuin tuotekehityksessäkin. Idea kehittyi eteenpäin useissa neuvotteluissa, ja lopulta saimme kootuksi saman pöydän ääreen monia tahoja: neuvonta, koulutus, tutkimus, hallinto ja kaupalliset yritykset.

Tänä päivänä tutkimustoiminta vaatii laajan ja toimivan yhteistyöverkoston olemassaoloa. Lisäksi varsinkin teknologia on nopeasti kehittyvä ja muuttuva ala, jolloin sen parissa työskentelevillä riittää keskusteltavaa uutuuksista ja tulevista kehittymisnäköymistä. Vakolan pitkä historia luo taas tapahtumalle omaleimaiset puitteet.

Ensimmäiset teknologiapäivät onnistuivat järjestäjien näkövinkkelistä tarkasteltuna yli odotusten. Osallistujia oli runsaasti, näytteilleasettajiakin oli kiitettävästi ja käytännön järjestelyt saatiin sujumaan kommelluksitta. Kuulimme mielenkiintoisia esityksiä ja näimme uusinta tekniikkaa. Syksyn ”kuuma” aihe suorakylvö oli hyvin teknologiapäivillä esillä niin näyttelyssä kuin seminaariohjelmassakin. Päivien osallistujilta kerätty palaute kertoi osanottajien olleen varsin tyytyväisiä tapahtumaan. Kaikki palautteisiin kirjatut ideat ja mielipiteet on kerätty talteen tapahtuman jatkosuunnitelmien varalle.

Haluankin tässä yhteydessä esittää mitä parhaimmat kiitokseni kaikille Ensimmäisten teknologiapäivien vieraille, näytteilleasettajille ja päivien käytännön järjestelyihin osallistuneille tahoille. Erityisesti kiitän Vakolan henkilökuntaa, joka uurasti ansiokkaasti tapahtuman onnistumiseksi!

Vihdissä 4.12.2003

*professori Hannu Haapala*  
MTT Vakolan johtaja

## Sisällysluettelo

Teknologiapäivien avaus, <i>professori Hannu Haapala</i> .....	8
Teknologia ja maatalouden kehittämisenäkymät, <i>maa- ja metsätalousministeri Juha Korkea- oja</i> .....	19
Maatalouden uusi teknologia – kansainväliset trendit, <i>professori Simon Blackmoren esityksen tiivistelmä</i> .....	24
New technology in agricultural engineering – International trends, <i>professor Simon Blackmore</i> .....	27
Teknologialla asiakkaalle lisäarvoa, <i>toimitusjohtaja Ilkka Hakala</i> .....	41
Onnistuneen suorakylvön avaintekijät, <i>tutkija Hannu Mikkola</i> .....	43
Viljankorjuun kustannukset kuriin – mallintaminen osoittaa säästökohteet, <i>tutkija Pasi Suomi</i> .....	47
Esikuvitun nurmirehun korjuuketjut, <i>tutkija Antti Suokannas</i> .....	60
Teknologia, tieto ja maatalon johtaminen – haaste sekä tutkijalle että viljelijälle, <i>vanhempi tutkija Juha Suutarinen</i> .....	67
Maataloustöiden tehokkuudessa parantamista, <i>johtava tutkija Anna-Maija Kirkkari</i> .....	72
Uusin täsmäviljelyteknologia - täsmälannoitus yleiseksi käytännöksi? <i>vanhempi tutkija Liisa Pesonen</i> .....	80
Tuotantorakennusten toiminnallinen esisuunnittelu, <i>rakennusarkkitehti Jarmo Lehtinen</i> ..	84
Henkilötilat tuotantorakennuksessa; tautisulku osana tilatason tautisuojausta, <i>terveydenhuoltoeläinlääkäri Olli Ruoho</i> .....	87
Navetan toiminnallisuus, <i>projektipäällikkö Heini Raasakka, toiminnallinen suunnittelu, agrologi Antti Pönkkö</i> .....	95
Toimivuutta laidunnukseen ja jaloitteluun, <i>tutkija Maarit Puumala</i> .....	99
Luomusikala Suomen olosuhteissa, <i>arkkitehti Tapani Kivinen</i> .....	102
Maatalouden tuotantorakennusten toiminnallisuus palotekniikan kannalta, <i>DI Jorma Jantunen</i> .....	112
Suurten tuotantoyksiköiden suunnittelu, <i>rakennusinsinööri Kjell Brännäs</i> .....	114
Pihattosuunnittelu Ruotsissa, <i>toimitusjohtaja Eilert Andersson</i> .....	119
Esimerkkejä uusista tuotantorakennuksista – kehityksen suunta meillä ja maailmalla, <i>rakennussuunnittelija Jouni Pitkäranta</i> .....	121



# Teknologiapäivien avaus

professori Hannu Haapala, MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola)



Ensimmäiset teknologiapäivät 1.-2.10.-03/HH 

## Tervetuloa Ensimmäisille teknologiapäiville!

*Welcome to  
the First Technology Days!*

prof. Hannu Haapala

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



3/HH 

**MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus,  
maatalousteknologian tutkimus (VAKOLA)**  
*MTT Agrifood Research Finland,  
Agricultural Engineering Research (VAKOLA)*



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

# Miksi Teknologiapäivät?

*Why Technology Days?*

- Kolme pääsyytä:

*Three main reasons:*

1. Maatalousteknologisen tutkimuksen vahvistaminen Suomessa  
*Enhancement of agricultural engineering research in Finland*
2. Maatalouskoneteollisuuden strategia  
*Strategy of Finnish agricultural machinery industry*
3. Maatalousteknologisen tutkimustiedon välittäminen  
*Dissemination of results of agricultural engineering research*

# 1. Maatalousteknologisen tutkimuksen vahvistaminen Suomessa – aktiiviset projektit

## 1. *Enhancement of agricultural engineering research in Finland – present projects*

- Maatalouskoneteollisuuden Aurora-kehitysohjelma  
*AURORA – the development programme of Finnish agricultural machinery industry*
- Maatalousteknologisen tutkimuksen vahvistaminen MTT:ssä  
*Enhancement of Agricultural Engineering Research in MTT*
- MMM:n asettama maatalousteknologisen tutkimuksen kehittämistyöryhmä  
*Development group of agricultural engineering research in Finland, set by the Ministry of Agriculture and Forestry*
- Maatalousteknologian tutkimuslaitosten teknologiastrategiat – tutkimushanke (jatkovalmistelussa TEKES:issä)  
*Technology strategies of Finnish research institutes in the area of agricultural engineering (under construction in National Technology Agency of Finland)*



# 2. Maatalouskoneteollisuuden strategia

## 2. *Strategy of Finnish agricultural machinery industry*



**Suomalaisen maatalouskoneteollisuuden tulevaisuuden haasteet .**  
 Manni, Jukka, Riipinen, Tapio, MTT:n selvityksiä 21 (2002). 208 s. + 9 liitettä.  
 ISBN 951-729-722-X (painettu). Hinta 25 € (sis. alv. + postikulut). ISBN 951-729-723-8 (verkkojulkaisu).



## Visio: kannattava, kansainvälistyvä ja kilpailukykyinen maatalouskoneeteollisuus

*Vision: profitable, internationalizing and competitive agricultural machinery industry*

### Edellytykset onnistumiselle:

Requirements for success:

- Maaseudun elinvoimaisuus  
*Vitality of rural areas*
- Maatalouskoneeteollisuus on osa elintarviketeollisuutta  
*Agricultural machinery industry as a part of food industry*
- Suomen olojen mukaiset koneet  
*Suitable machines for Finnish conditions*
- Vientiylijäämä  
*Export surplus*
- Geneeriset teknologiat yrityksille  
*Generic technologies for the enterprises*



## Vision saavuttaminen?

*How to reach the vision?*

Yhtenä tärkeimpänä keinona:

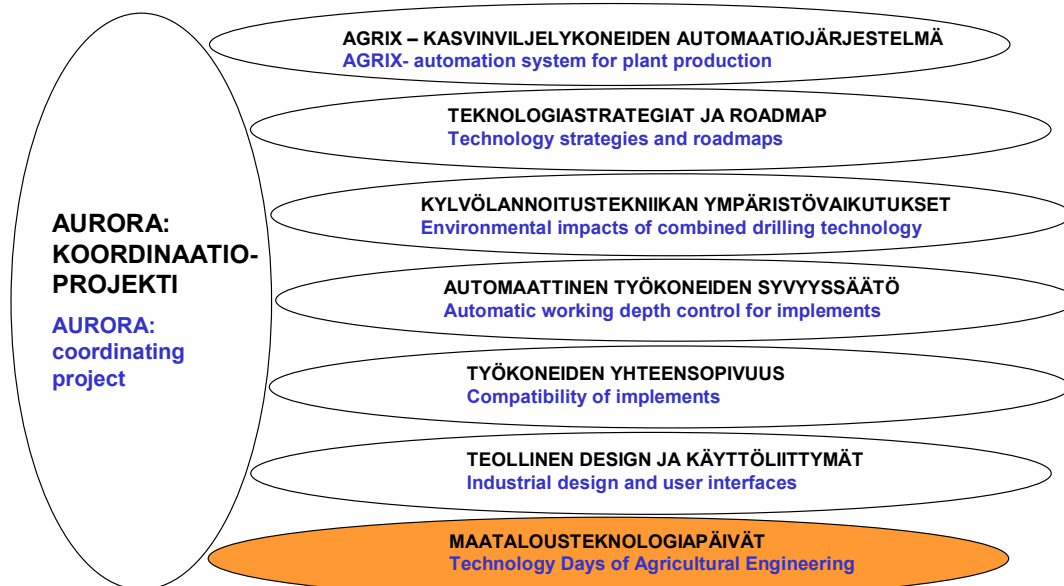
*One of the most important measures to be taken:*

- Yhteistyön lisääminen tutkimuksen kanssa  
*Increasing co-operation with research institutes*



## Maatalouskoneteollisuuden Aurora-kehitysohjelma (2003–2006)

*AURORA - the development programme of Finnish agricultural machinery industry (2003–2006)*



RAHOITUS: TEKES, MAATALOUSKONEIDEN TUTKIMUSSÄÄTIÖ, EU/CRAFT, MET:N MAATALOUSKONEET-TOIMIALARYHMÄ, OSALLISTUVAT YRITYKSET

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

## 3. Maatalousteknologisen tutkimustiedon välittäminen

### *3. Dissemination of the results of agricultural engineering research*

- Tiedonvälityksen tulisi olla kaksisuuntaista, mutta:  
*Two-way communication as a goal, but currently:*
  - Tutkimustieto saavuttaa huonosti käyttäjät  
*Research results do not reach their users*
  - Käyttäjien tarpeet tulevat heikosti tutkijoiden tietoon  
*User needs are not adequately known by the researchers*

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

## Miksi teema: Maatalouden uusi teknologia – tarkkuutta ja tehokkuutta?

*Why did we choose the theme:  
New technology in agriculture  
– precision and efficiency?*

- Suomen kilpailukyky on tulevaisuudessa enemmän riippuvainen osaamisestamme uuden teknologian alueella  
*In future, competitiveness of Finland is more dependent on our skills in new technology*
- Suomessa on hyvä ”sekoitus” osaamista, teknologiaa, tehokkuutta ja testiolosuhteita  
*Finland has a good “mix” of skills, technology, effectiveness and test environment*

→ Visiona ”Tuotekehityskeskus Suomi”

*“Product Development Centre Finland” as a vision*

- Tähän tarvitaan uudenlaista yhteistyötä: tutkimus, tuotekehitys, koulutus, neuvonta  
*To achieve this, a new kind of co-operation is needed: research, product development, education, advisory*

Miten maatalousteknologia auttaa saavuttamaan Suomen tavoitteita?

*How does agricultural engineering help us Finns to reach these goals?*



# Esimerkki 1

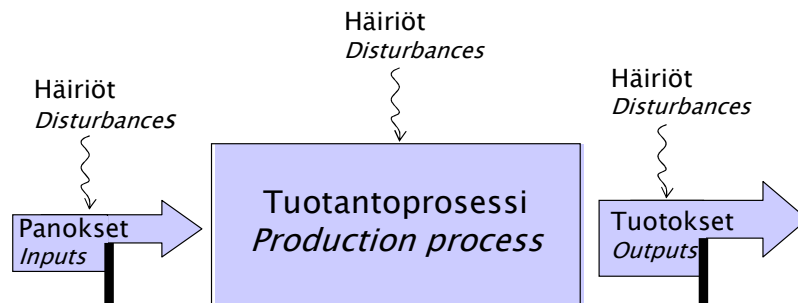
## *Example 1*

Teknologian valinta  
*Choosing technology*



## Teknologian valinta ja käyttötapa

### *Choosing and using technology*



Teknologia rajoittaa panosten vaikutusta prosessiin ja tuotosten saamista prosessista.  
 Teknologia myös vähentää häiriöiden vaikutusta.  
*Technology limits the effect of inputs to a production process and the actual output from it.  
 Technology also diminishes the effects of disturbances.*

- teknologian valinta  
-choosing technology
- käyttötapa  
(kohdentaminen, ajoitus, kalibrointi)
- usage of technology  
(targeting, timing, calibration)

## Esimerkki 2

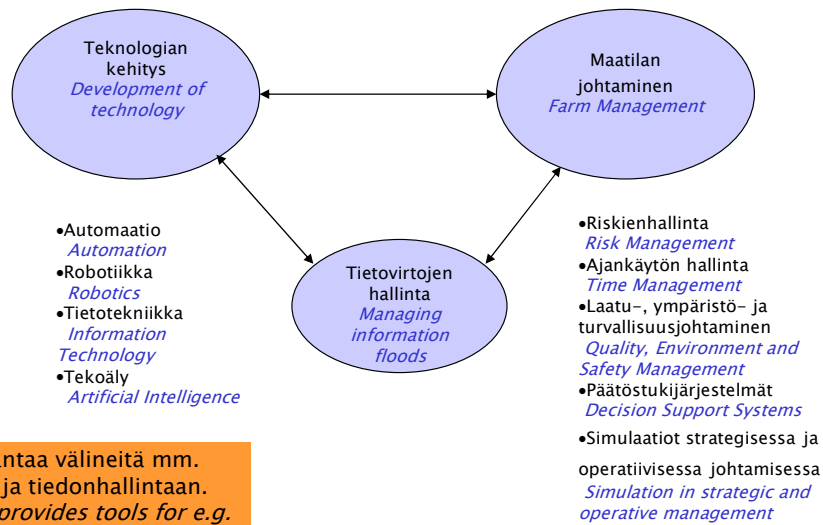
### *Example 2*

## Maatilan johtaminen

### *Farm Management*



## Maatilan johtaminen *Farm Management*



Teknologia antaa välineitä mm. johtamiseen ja tiedonhallintaan.  
*Technology provides tools for e.g. farm management and information management.*

## Lopuksi *Closing remarks*

- Tietotekniikkahurmos, hype, on parasta unohtaa – Tietokoneiden ja kehittyneen elektroniikan kannattavuus riippuu siitä, hyödyntääkö viljelijä sovelluksiaan tehokkaasti.  
*There is no room for "hype": the economics of IT technology and high-tech electronics in general is dependent on the fact how efficiently the farmers use their applications*
- Tulevaisuuden viljelijä panostaa erikoistuotteisiin ja laatuun, hän hallitsee tietotekniikan ja säästää kustannuksia. Kalliiden koneiden kannattavuutta hän lisää urakoimalla myös oman tilansa ulkopuolella. Noin kahdenkymmenen vuoden kuluttua viljelijän työtä helpottavat ensimmäiset kaupalliset robotit
- *Farmers of future choose special products and quality, they manage the IT and use it for cost saving purposes. The use of expensive technology is more economical since contracting is widely used. In twenty years first commercial robots are used to ease the work of farmers.*



# Summa summarum



## → Teknologiapäivien aiheet -03

### → *Topics covered in Technology Days '03*

- Päätöksenteon apuvälineet  
*Decision Support Systems*
- Suorakylvö  
*Direct drilling*
- Karkearehuketjut  
*Forage harvesting chains*
- Maatalousrakennusten toiminnallisuus  
*Functionality of agricultural buildings*
- Täsmäviljely  
*Precision Agriculture*



## Ensimmäisten teknologiapäivien sisältö

*Composition of First Technology Days*

- Seminaarit (avaus-, tutkimus-, rakennustutkimus-, koulutus-)  
*Seminars (opening, research, building research, education)*
- Uuden teknologian näyttely (tutkimus, yritykset, neuvonta)  
*Exhibition of new technology (research, firms, advisory)*
- Tapaamiset (esim. FinAgEng, maatalouskonevalmistajat, kans.väl. vieraat,...)  
*Meetings (e.g. FinAgEng, Finnish manufacturers of agric. machinery, international guests,...)*



Tervetuloa!  
*Welcome!*



# Teknologia ja maatalouden kehittämisenäkymät

*maa- ja metsätalousministeri Juha Korkeaoja*

## **EU:n maatalouspolitiikan uudistus ja teknologia**

Hyvät kuulijat! Minulle on mieluisaa tulla Vakolaan puhumaan, sillä laitos tuli minulle tutuksi jo varsin nuorena. Isäni, jonka harrastuksena on koko elämän ajan ollut maatalouskoneiden kehittäminen, suunnitteli 50-luvulla lannoitteenlevittimen. Koneelle myönnettiin patentti ja se testattiin Vakolassa. Sen jälkeen meille tilattiin kaikkien merkittävien koneuutuuksien Vakolan testit. Tämä pieni esimerkki kertoo Vakolan roolista suomalaisen maatalouden koneellistamisessa. Testit ja vuorovaikutus konevalmistajien kanssa on ollut tärkeä osa kehitettäessä Suomeen sopivia koneita.

Teknologiapäivien teema ”Maatalouden uusi teknologia – tarkkuutta ja tehokkuutta” kuvastaa ministeriönkin lähtökohtaa; panostamista laatuun ja huolellisuuteen. Yhä teknistyvä maa- ja metsätalous asettaa merkittäviä haasteita niin maatalousyrittäjälle, huollon ja kaupan ketjulle kuin tutkimukselle ja neuvonnallekin. Toisaalta tehdyt politiikan ratkaisut luovat pohjan ja suuntaa myös uuden teknologian käyttöönottoa.

Suomalaiset ovat olleet eturivissä mm. kylvölannoituksen kehittämisessä, traktorin ergonomian, työturvallisuuden, kotimaisen energian korjuun ja käytön sekä ympäristöteknologian alalla. Nämä ovat esimerkkejä aloista, joilla edelleenkin on mahdollisuuksia ja kysyntää uudelle teknologialle. Teknologiapäivien seminaariohjelmassa yksi polttava kysymys on myös tilakoon suurenemisen vaikutus teknologiaratkaisuihin.

Suomalainen maatalouskoneteollisuus on ollut läheisessä yhteistyössä tutkimuksen kanssa erilaisissa tutkimus- ja kehittämisprojekteissa, joita on tehty julkisen rahoituksen lisäksi usein rahastojen ja säätiöiden tuella. Kannustan jatkamaan yhteistyötä ja verkostoitumista, niin että saadaan toimialojen ja organisaatioiden yli ulottuvilla kontakteilla uusia ideoita ja myös pystytään aktiivisesti osallistumaan eurooppalaiseen ja kansainväliseen tutkimusyhteistyöhön.

Kerron seuraavaksi EU:n maatalouspolitiikan uudistuksesta ja tulevista näköaloista, sillä ne heijastuvat merkittävästi myös teknologian käytön kehityksessä. Lopuksi pohdin erityisesti teknologian lisääntyvän roolin vaikutuksia maatalousalalla.

## **Maatalouden uudet pelisäännöt**

EU:n maatalousreformi sekä Suomen ja komission välinen 141-ratkaisu ovat keskeinen tekijä maatalouden koneiden käytön kannalta. Suomen maatalouspolitiikka nojaa kolmeen peruspilariin eli EU:n yhteisen maatalouspolitiikan keinovalikoimaan ja liittymissopimuksen kansallisia tukia koskeviin artikloihin 141 ja 142.

Kesäkuun lopussa Euroopan Unionin maatalousministerit pääsivät pitkien ja raskaiden neuvotteluiden jälkeen ratkaisuun yhteisen maatalouspolitiikan pitkän aikavälin uudistuksesta. Saavutettua sopimusta voidaan hyvällä syyllä pitää historiallisena. Periaatteellisesta näkökulmasta uudistus on jopa pidemmälle menevä kuin vuoden 1992 McSharryn uudistus. Uudistuksella vastattiin EU:n laajenemiseen, laajemmin maailmalta, mm. WTO:n piiristä tuleviin haasteisiin sekä sisällöllisesti markkinalähtöisyyden, kestäväen ympäristönkäytön ja maaseudun monikäytön vaatimuksiin.

Uudistuksen keskeinen sisältö on maataloustuen osittainen irrottaminen tuotannosta. Ministerineuvosto ei hyväksynyt komission alkuperäistä esitystä tukien täydellisestä irrottamisesta tuotannosta; se olisi merkinnyt hyppyä tuntemattomaan. Neuvosto päätti, että osa tuista voidaan edelleen pitää sidonnaisena tuotantoon viljelijöiden tuotantomotivaation ylläpitämiseksi, sekä ennalta arvaamattomien tuotantovaikutusten hillitsemiseksi. Muutamat maat, ehkä arveltua useammat, ovat kuitenkin harkitsemassa tukien irrottamista kokonaan tuotannosta, mikä ratkaisun mukaan on mahdollista.

Reformissa onnistuimme viljojen osalta kohtalaisen hyvin, mutta kotieläintuotannon puolella soveltaminen on meille hankalampaa. Yritämme löytää mahdollisimman oikeudenmukaiset uudistetut tukimuodot, mutta samalla niin yksinkertaisen ja vähän byrokraattisen järjestelmän kuin tässä kokonaisuudessa pystymme.

Suomessa tukien irrottaminen tuotannosta johtaisi helposti tuotantomotivaation heikkeneemiseen ja siirtymiseen mahdollisimman laajaperäiseen tuotantoon. Toimeenpanoon liittyvissä päätöksissä pyrimmekin rakentamaan sellaisen kokonaisuuden, jolla maatilatalouden jatkuvuus ja toimintakyky turvataan. Päätettäessä EU:n yhteisen maatalouspolitiikan kansallisten vaihtoehtojen valinnasta on paljon painoa annettava sille, että valittava malli ohjaisi maataloustuotannon kehitystä suotuisaan suuntaan. Tukiratkaisujen tulisi vahvistaa alan tervettä uudistumista ja kehittymistä.

Uudistus joka tapauksessa korostaa maatalousyrittäjän roolia ja vastuuta. Maaseudun kehittämistoimenpiteitä sekä ympäristö-, eläinsuojelu- ja elintarviketurvallisuus näkökohtia vahvistettiin. Kotimaisiin raaka-aineisiin perustuva elintarviketuotanto voi jatkua ja kehittyä uudistetunkin maatalouspolitiikan olosuhteissa.

Valmistelemme toimeenpanoa laskemalla eri vaihtoehtoja mm. MTK:n ja tutkijoidenkin kanssa. Ensi vuoden elokuuhun mennessä on ilmoitettava komissiolle, mitkä vaihtoehdot otamme käyttöön. Suurelta osin toimeenpano meneekin vuoden 2006 alkuun. Ensi vuonna tulee jo voimaan lähinnä maidon ensimmäinen hallinnollisen hinnan alennus.

## **Artiklan 141 tulkinta ja soveltaminen**

Uudistuksen toimeenpanon valmistelussa olemme lähteneet siitä, että myös artikla 141-ratkaisun on oltava tiedossamme ennen kuin voimme ryhtyä suunnittelemaan lopullista tapaa siitä, miten yhteisön maatalouspolitiikan uudistus toteutetaan ja tulevia maaseudun kehittämisohjelmia valmistellaan. Samaan aikaan meillä on myös käynnissä rakennekehi-

tystä pohtivan Makera-työryhmän selvitys. Käytettävissä olevien välineiden pohjalta on mm. arvioitava, onko laajentamisen tueksi asetettava joitakin rajoituksia tai ehtoja.

141-neuvotteluissa perusongelma on liittynyt artiklan tulkinnanvaraiseen sanamuotoon. Komission juristit eivät valitettavasti ota huomioon säädöshistoriaa, vaan kiinnittävät tiukasti huomiota vain artiklan sanamuotoon. EU-lainsäädännössä ei ole erikseen perusteluosaa, kuten kotimaisessa. Artiklan tulkinnassa Suomi painottaa sitä, että 141-toimilla voidaan ehkäistä vakavia vaikeuksia, joita jää jäljelle senkin jälkeen, kun yhteisen maatalouspolitiikan keinoja on täysimääräisesti sovellettu. Komissio puolestaan pitää artiklaa siirtymäkautta koskevana ja edellyttää siksi, että siihen perustuvissa toimita pääpaino on rakennetuissa ja että tuotantotuet ovat voimakkaasti alenevia.

Kuitenkin eteläisenkin Suomen kotieläintaloudella on sellaisia pysyviä kustannustekijöitä verrattuna esimerkiksi Tanskaan, joita ei voida poistaa pelkästään tilakokoa kasvattamalla. Tarkoituksenamme ei ole tulotuen turvin ryhtyä kilpailemaan tanskalaisten ja ruotsalaisten kanssa kansainvälisillä markkinoilla, vaan huolehtia lähinnä oman maan kulutusta vastaavan tuotannon jatkumisen turvaamisesta.

On selvää, että maatalouspolitiikan perusrakenteen tulee olla samankaltainen koko maassa. Vaikka artikkelit 141 ja 142 ovat EU-säädöksinä erilliset, suomalainen lainsäädäntö sitoo ne yhteen. Viljelijöitä ja elintarvikeyrityksiä ei voida asettaa perusteettomasti eriarvoiseen asemaan maan eri osissa. Neuvottelu artiklan 141 mukaisista tuista ei siksi koske vain Etelä-Suomea, vaan koko maata.

141-ratkaisuun liittyy useampi osio. Edellytys siihen, että varsinaisessa tulotuessa voimme löytää ratkaisun on, että myös uusi LFA-tuen korotus, investointien lisätuki sekä peltokasvien kansallinen tuki saadaan sovittua. Viimeksi mainittu on noussut pöydälle Suomen näkökulmasta yllättäen, ja viittaakin siihen, että neuvottelujen pitkittyessä asemamme ei suinkaan helpotu. On tuntunut jopa siltä, että mitä pitempään asia venyy, sitä enemmän tarkasteltavia ongelmia nostetaan tarkasteluun. Pyrimme kuitenkin siihen, että komissaari Fischlerin kanssa tehtävän poliittisen ratkaisun pohjalta virallinen notifikaatiomme pystytäisiin käsittelemään komissiossa tämän vuoden loppuun mennessä.

## **Teknologian kehittäminen ja yrittäjyys**

Aikanaan maattoman väestön asuttaminen ja torpparilaitoksen purkautuminen synnyttivät suuren määrän uusia tiloja, ja tämä edellytti tuotannon tehokkuuden lisäämistä niin uusilla itsenäisillä tiloilla kuin entisillä suurtiloillakin. Tehokkuutta haettiin koneellistamisella ja uusilla työmenetelmillä. Maatalouskoneiden kysyntä vilkastui niin, että syntyi ongelma lukuisten kotimaisten ja ulkomaisten koneiden valmistajien täyittäessä markkinat. Jotta Suomen oloihin sopimattomat ja heikkolaatuiset koneet saataisiin karsittua markkinoilta, pidettiin puolueettoman konetarkastuslaitoksen perustamista välttämättömänä.

Kiristyvän kilpailun puristuksessa me joudumme jatkuvasti uudistamaan maatalouden tuotantorakennetta. Tämän ei kuitenkaan tarvitse eikä se saa johtaa siihen, että luopuisimme

perheviljelmäpohjaisesta tuotantomallista. Tavoiteltavaa yrityskokoa arvioitaessa on otettava huomioon tuotantoteknologian kehitys, mutta myös ympäristö, eläinten hyvinvointi ja erittäin tärkeänä tekijänä viljelijäperheen jaksaminen. Hallitusohjelmassa maatalouden rakenteen kehittämisen tavoitteeksi määriteltiinkin kestäväällä tavalla kilpailukykyinen perheviljelmä. Järkevä uuden teknologian hyödyntäminen on oleellinen osa tätä prosessia.

Teknologian kehittyminen ja monimutkaistuminen vaikuttaa maaseudulla kahdella tavalla. Koneiden käyttäjien on yhä vaikeampi itse tehdä vaadittavia korjaustoimenpiteitä. Toisaalta konekorjaamoille tulee uusia tehtäviä ja haasteita. Ammattitaidon ja täydennyskoulutuksen tarve lisääntyy. ATK-laitteiden rooli koneistuksessa on yhä keskeisempi, ja perinteiset konekorjaamot eivät välttämättä pysty enää tekemään kaikkia huoltotöitä.

Koneistumisen myötä ergonomia on hyvin keskeinen asia; ja siihen on toki kiinnitettykin viime aikoina aiempaa enemmän huomiota. Terveiden ja työkyvyn ylläpitäminen on tullut entistäkin tärkeämpään asemaan.

### **Hyvät Teknologiapäivien osanottajat ja järjestäjät**

Vuosi sitten järjestettiin täällä Vakolassa suomalaisen maatalousteknologian tutkimuksen juhlaseminaari Maatalousseurojen väliaikaisen konetarkastuslaitoksen perustamisen 100-vuotispäivän merkeissä. Laitos aloitti toimintansa Tuomarinkylän kartanossa 1902. Syynä maatalousteknologisen tutkimus- ja koetoiminnan aloittamiselle olivat yhteiskunnallisista muutoksista johtunut maataloustuotteiden ja elintarvikkeiden voimakkaasti lisääntynyt kysyntä kaupunkilaistumisen ja suurteollisuuden kasvun vuoksi sekä parantuneiden liikenneyhteyksien ansiosta avautuneet vientimarkkinat.

Maatalousteknologinen tutkimustoiminta sai alkunsa maatalouden taloustutkimuksen osana ja sen tuloksia tehtiin tunnetuiksi maatalouskoulujen ja -opistojen kautta tuleville tilanhoidajille ja pehtoreille sekä maatalousneuvonnan välityksellä maanviljelijöille. Yliopistotasoinen maatalousteknologian opetuskin oli pitkään maanviljelystälouden apuaine, mutta 1960-luvulla siitä tuli tutkintoaine.

Kun Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitos liitettiin 1993 Maatalouden tutkimuskeskukseen ja Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos tuli toissa vuonna osaksi Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskusta, on meillä nyt samassa tutkimuskeskuksessa biologinen, tekninen ja taloudellinen huippuosaaminen. Voimme odottaa näillä voimavaroilla ja asiantuntemuksella entistä parempaa ja monipuolisempaa tutkimus- ja kehittämistoimintaa. Mikään uusi keksintö tai menetelmä ei menesty elleivät nämä kolme aluetta ole tasapainossa, olipa uusi innovaatio miten hyvä hieno tahansa.

Maaseudun koneyrittämisen kehittämisessä meidän on aktiivisesti hyödynnettävä kaikkia kansallisia ja EU:n tarjoamia mahdollisuuksia. Uskon myös, että tämän EU:n rakennerahastojen ohjelmakauden, eli vuoden 2006 jälkeen meillä on EU:n rahoitusohjelmia käytössä. Ja kotimaisten teknologiaohjelmien tulee olla myös maatalousteknologian kehittäjien käytössä.

Meneillään olevan suuren maatalouspolitiikan uudistuksen keskellä on tärkeää, että politiikka ja tutkimus noudattavat tiettyjä, samaan suuntaan meneviä strategisia näkemyksiä, niin että maataloutemme mahdollisuudet saadaan hyvin käytäntöön. Tutkimus- ja kehittämistoimintaa kaivataan edelleen kansainvälisen kilpailun kiristyessä kovassa kustannuspaineessa. Toivomuksena tässä tilanteessa olisi tutkimustoiminnan entistä parempi integroituminen ja sen tuloksena maatilojen tuotantotalouden edistäminen. Tämä tavoite sopii hyvin myös näiden teknologiapäivien teemaan.

Koneala tarjoaa toimintaympäristön muutoksesta huolimatta suuria, ajassa kiinni olevia mahdollisuuksia. Ala on monipuolinen ja työ usein vapaata ja vaihtelevaa. Myös uraansa suunnittelevan nuoren kannattaa pitää nämä mahdollisuudet mielessään.

Odotan mielenkiinnolla professori Simon Blackmoren ja toimitusjohtaja Ilkka Hakalan puheenvuoroja sekä näyttelyyn tutustumista. Toivotan antoisia, uusia oivalluksia Teknologiapäivien aikana sekä menestystä alan toimijoille ja koneiden käyttäjille.



# Maatalouden uusi teknologia – kansainväliset trendit

*professori Simon Blackmoren, esityksen tiivistelmä,  
suomennos vanhempi tutkija Timo Mattila*

Maatalousteknologia on aina käyttänyt tietotekniikkaa maatalouden tuotantojärjestelmien kehittämiseen. Tällä hetkellä esillä ovat erilaiset ajamisen avustusjärjestelmät (driver assist). Erityisesti ajolinjojen tekniikka kehittyy ja edelleen kehittyessään järjestelmät voivat hyvinkin korvata kuljettajan. Vastaavasti IT:n käyttö yleistyy tulevaisuudessa ja se tulee mahdollistamaan kasvinviljelyn kokonaan uudella tarkkuudella. Jos sato on arvokasta tai kasvi on monivuotinen, lohko-kohtaisista viljelytoimista päästään tarkempaan, jopa kasviyksilökohtaiseen viljelyyn. Kasvin eri ominaisuuksista tulee olemaan saatavissa kattava informaatiota, joka sisältää sekä viljelyhistorian että antaa mahdollisuuden sadon myöhempään jäljitettävyyteen sisältäen ympäristötekijät, ennusteen sadosta ja sitä uhkaavista riskeistä.

Tulevaisuuden peltoviljelyn koneet voidaan myös kehittää selkeästi itsenäisemmin toimiviksi siten, että ne toimivat valvomatta pitempiä aikoja oman ohjausjärjestelmänsä avulla. Uudet koneketjut voidaan rakentaa älykkäistä koneista siten, että niihin kuuluu itsenäisiä erikoiskoneita, jotka tekevät vaadittavat työt optimoiden panosten käytön ja energiankulutuksen. Samalla koneet voidaan ohjelmoida siten, että ne eivät tarpeettomasti rasita kasvia tai maata. Tämän tuloksena maatalouden negatiivisia ympäristövaikutuksia voidaan karsia, tuotanto pysyy taloudellisesti kannattavana ja kokonaisuutena maatalous noudattaa kestävä kehityksen periaatetta.

## Uusimmat kansainväliset trendit

esitelmän otsikkodiojen suomennot

- **Seuranta, jäljittäminen ja tunnistaminen**
- Elektroniset tunnistimet ja bioanturit
- Macro motes, smart dust (älysora, älypöly)
  
- **Ajamisen avustaminen**
- Automaattiohjaus
  
- **Robottiikan kehitys**
- Autonomiset ajoneuvot

*Älykkäät koneet ja prosessit*

DIA 2

## Kuljettajaa avustavat järjestelmät

- **Mahdollistavat hyvän suorituksen muiltakin kuin huippuluokan kuljettajilta**
- **Automaattiset toiminnot**
  - Täsmälevittimet, -ruiskut, -kylvökoneet
  - Rivinväliliarojen sivusiirto
  - Automaattinen kasvuston reunan seuranta
- **Automaattiohjaus: samansuuntaiset karhot,**
  - Avustava näyttö
  - GPS-pohjainen automaattiohjaus
  - Ajoreittien suunnittelu

DIA 12

## Seuranta ja jäljittäminen

- EU:n 6. puiteohjelma ei tue maatalouden tuotannon tutkimusta
- Ruoan turvallisuus (ml. jäljitettävyyys) on priorisoitu
- Seuranta (tracking): tavaraerät tunnistettavissa niiden kulkiessa prosessin eri vaiheissa
- Jäljitettävyyys (tracing): tavaraerän reitti on mahdollista dokumentoida
- Wal-Mart – maailman suurimpia yrityksiä
  - elintarvikemyynti 54 mrd \$ / vuosi
  - 138 miljoonaa asiakaskäyntiä viikossa
  - Satsaa nyt RFID-tekniikkaan (elektroninen tunnistin) varastojensa hallinnassa



DIA 3

## Autonomiset koneet – mahdollisuudet kasvin kannalta

- **Uuden sukupolven koneet**
  - Säästä riippumattomia
  - Maa ei juuri tiivisty
  - Pieni energiankulutus, panosten täsmäkäyttö
  - Paikka- tai kasviyksilökohtainen toiminta
  - Mahdollistaa toimenpiteet, jotka nykyisin liian kalliita tai aikaa vieviä
  - Moduulirakenteisia
- **Sovelluskohteet**
  - Yksilöllinen kasvien seuranta
  - Kasvikohtainen muokkaus ja kylvö
  - Mekaaninen rikkakasvintorjunta
  - Yksilökohtainen sadonkorjuu
- **Koneet voivat toimia pitempiä aikoja itsenäisesti ilman valvontaa**



DIA 29



# New technology in agricultural engineering – International trends

Professor Simon Blackmore  
Head of AgroTechnology,  
Royal Veterinary and Agricultural University, Denmark  
Visiting Professor of;  
Tokyo University of Agriculture and Technology  
China Agricultural University  
Simon.Blackmore@kvl.dk  
[www.cpf.kvl.dk](http://www.cpf.kvl.dk)

## New international trends

- Tracking, tracing and sensing
  - RFID and biosensors
  - Macro motes and smart dust
- Driver assistance
  - Automatic steering
- Development of robotics
  - Autonomous vehicles
- *More intelligent machines and processes*

## Tracking and tracing

- Development of production agriculture is not supported in EU 6<sup>th</sup> framework for research
- Food safety issues (including traceability) is a priority area
- Tracking: identify items as they go through processes
- Tracing: information 'paper trail'
- Wal-Mart – the world's biggest company
  - US\$54 bn food sales per year
  - 138 million customers every week
  - *Will now push for RFID in its inventory management*



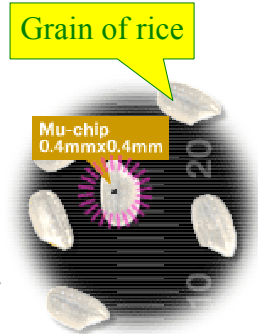
## Radio Frequency IDentification

- RFID = Tag with unique ID + Reader
- Active tag
  - Battery, larger rewritable memory
- Passive tag
  - Excitation from reader, small fixed memory, cheap



## Hitachi mu-chip

- The  $\mu$ -chip uses the frequency of 2.45GHz.
- It has a 128-bit ROM for storing the ID
- Unique ID numbers can be used to individually identify trillions of trillions of objects with no duplication
- A size of 0.4mm square, the  $\mu$ -chip is small enough to be attached to a variety of minute objects including embedding in paper.



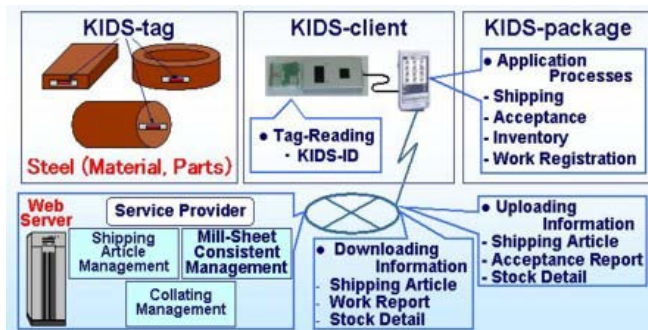
Size: 0.4 x 0.4 mm  
Radio Frequency: 2.45 GHz



<http://www.hitachi.co.jp/Prod/mu-chip/index.html>

## Tracking

- Real-time management information
  - Tracking pallets of fresh produce in Sweden
  - Tags inserted directly into steel and wood

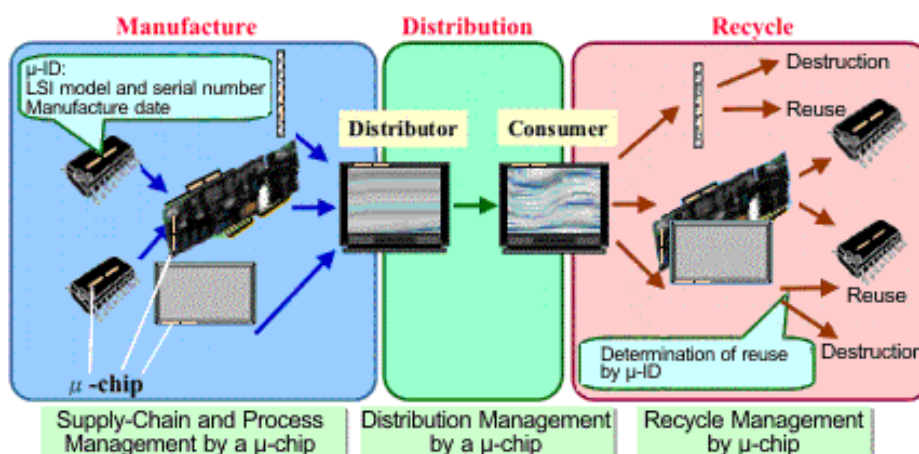


## Traceability

- The ability to trace what has happened to products during processing and storage
- Information based
- Only needed in retrospect
- Will attract a quality payments as it indicates accountability
- Must be from 'farm to fork' to get full benefit
- Most food processing companies have some traceability already in place



## Life cycle management

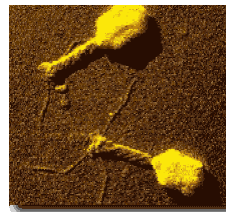


## RFID + biosensors

- The multifunction RFID tags will track America's food supply "from birth to the bun," said one RFID tag maker. With biosensors attached to them, the tags can instantly alert suppliers and retailers to anthrax or other toxins in their products, and possibly make recalls more effective.
- Auburn University scientists are coating microscopic structures with bacteriophages, viruses that bind with anthrax and other biological and chemical agents. When an agent binds with the phage coating, the biosensor produces a signal for transmission to a handheld RFID receiver



<http://audfs.eng.auburn.edu/home.htm>



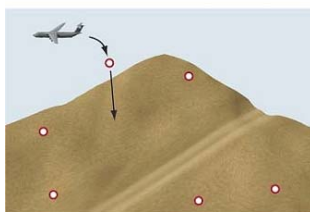
[www.wired.com](http://www.wired.com)

## Smart motes

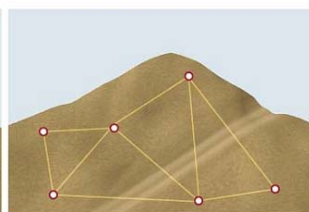
- Tiny cheap intelligent sensors
- CPU, battery, TinyOS, radio network and sensors
  - Magnetometer, light, humidity, temperature, ...



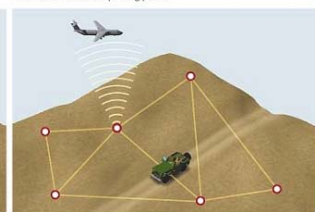
Intelligent "motes" can be dropped from a plane to monitor traffic in an area



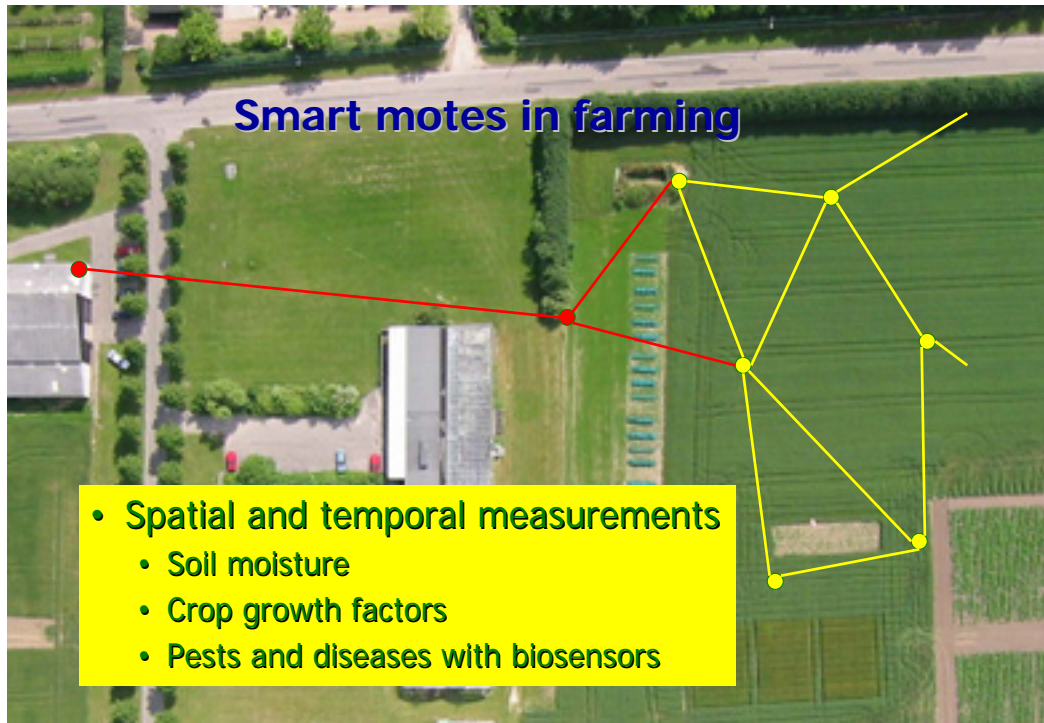
Once they have landed, the motes use their operating system, TinyOS, to establish a network and synchronise their clocks



Magnetometers in the motes sense when the passing traffic distorts Earth's magnetic field. By comparing data over the network, the sensors can establish the speed of passing traffic and beam the information back to a passing plane







## Driver assistance

- Allow a skilled output from a semi-skilled operator
  - Automatic tasks
    - VR fertiliser applicators, VR sprayers, VR seeders
    - Side shift inter-row mechanical weeding
    - Automatic steering from crop edge
  - Automatic steering for parallel swathing
    - Light bar
    - Automatic steering from GPS
    - Route planning

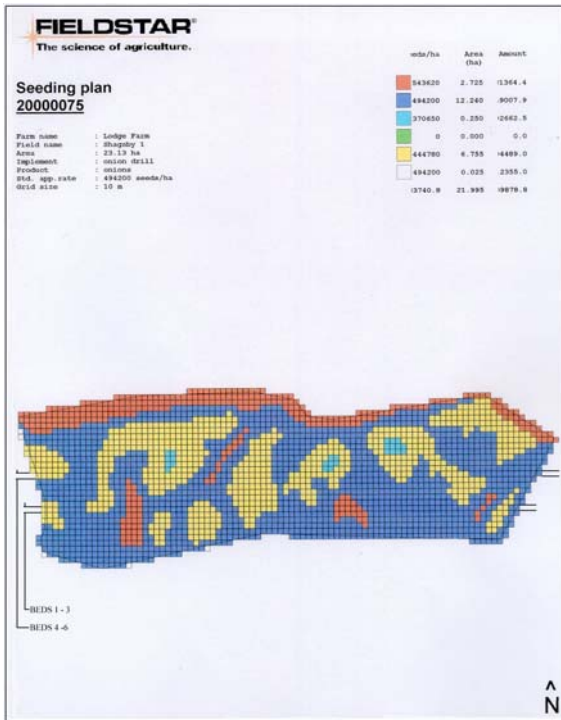
## Hydro N sensor



## Tilth sensing and power management



After: Bentley, Scarlett & Godwin 2000



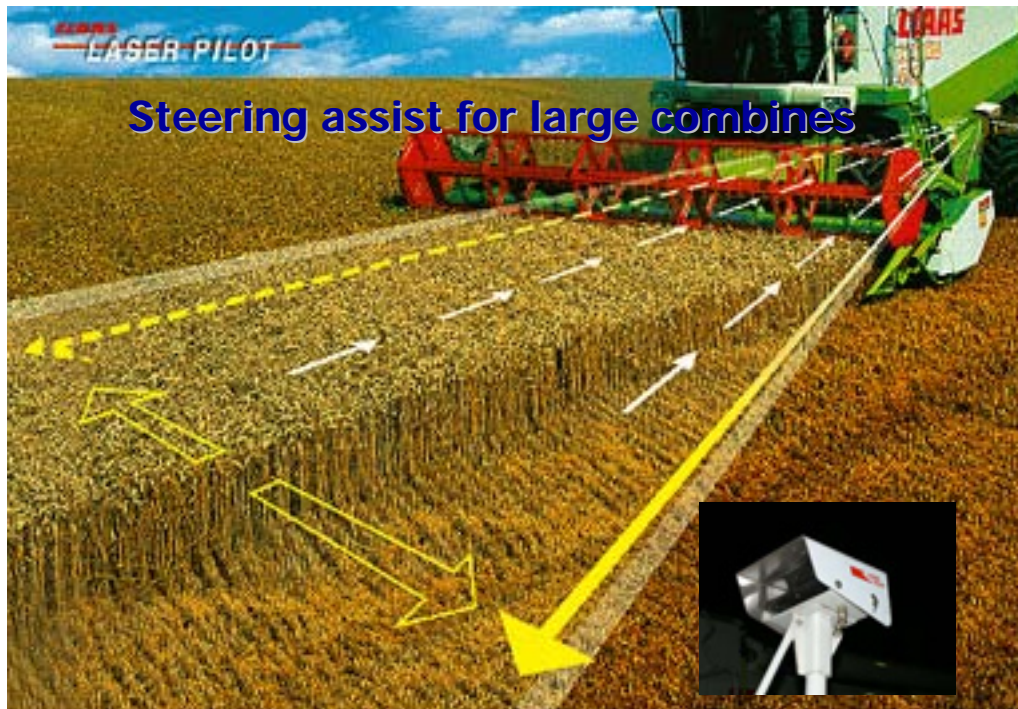
*Cranfield*  
UNIVERSITY  
Silsoe

## Spatially variable onion seeding

Varying the onion seed density to match the available soil water resulting in a 40% increase in marketable crop





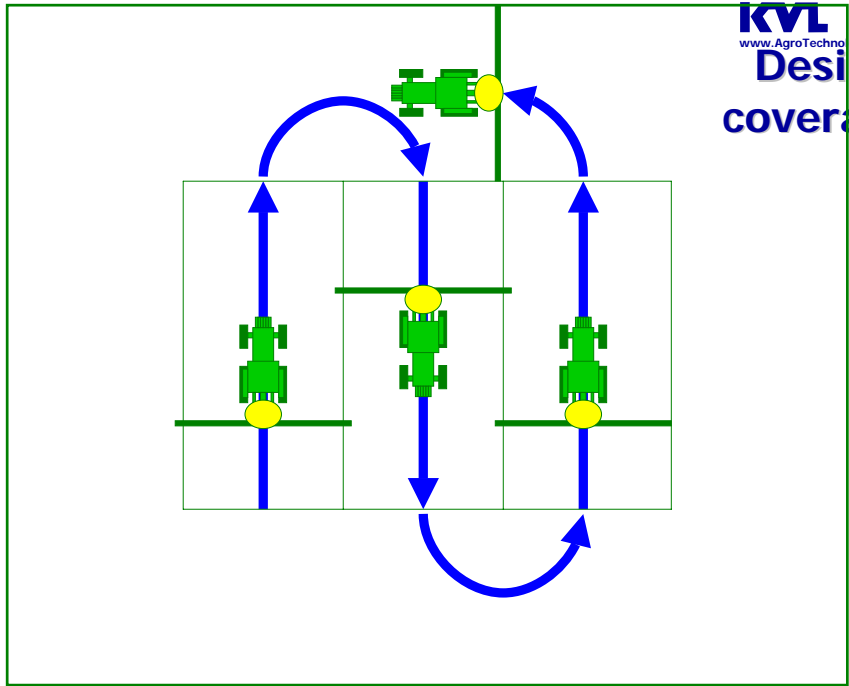


## Straight line assist

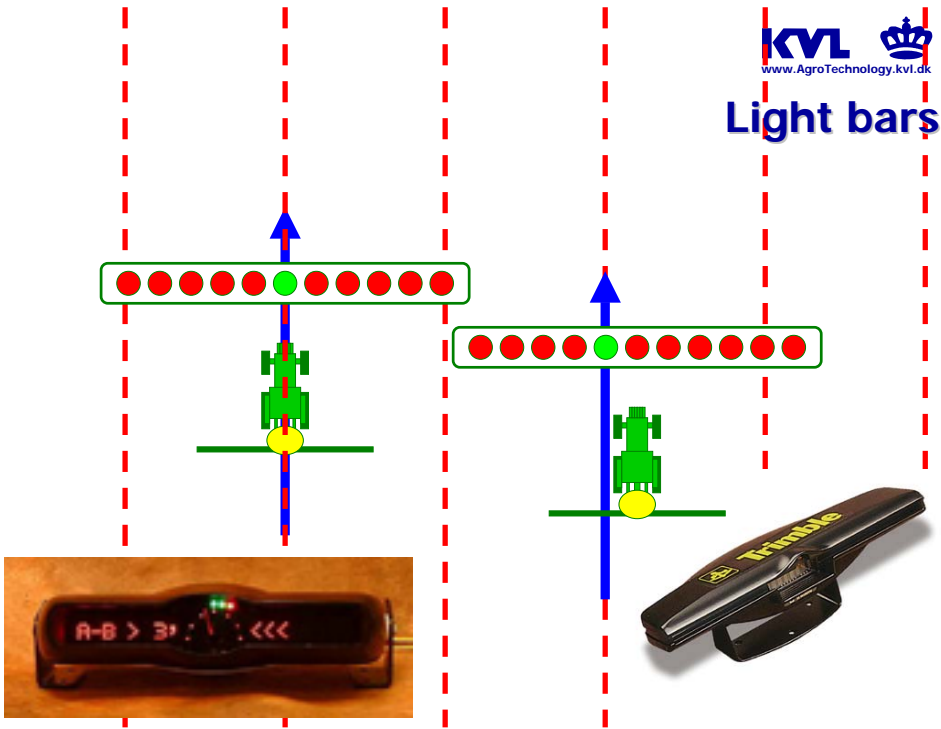
- Minimising skips and overlaps
- Increase work rates
- Eliminating guess rows
- Opportunities for permanent field structures
  - Drip tape irrigation



Source: BEELINE Technologies, Inc



**KVL**   
 www.AgroTechnology.kvl.dk  
**Desired coverage**



**KVL**   
 www.AgroTechnology.kvl.dk  
**Light bars**



## World seeding record

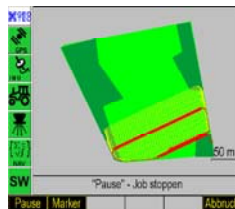
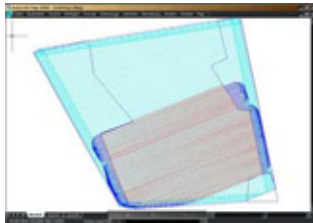
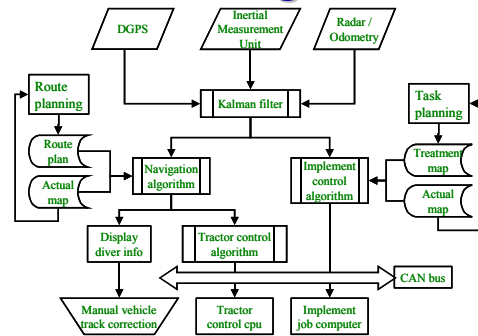
- 571.9 ha of seed and fertilizer drilled in 24 hours (24.1 ha/hr)
- Each run over 1km long
- TRACTOR: Challenger MT865
- GUIDANCE SYSTEM: Auto-Guide powered by BEELINE Technologies
- PLANTER: Horsch Min-Till Planter built by Agro-Soyuz
- FARM: Agro-Soyuz farm
- REGION: Sinelnikovo, Dniepropetrovsk, Ukraine

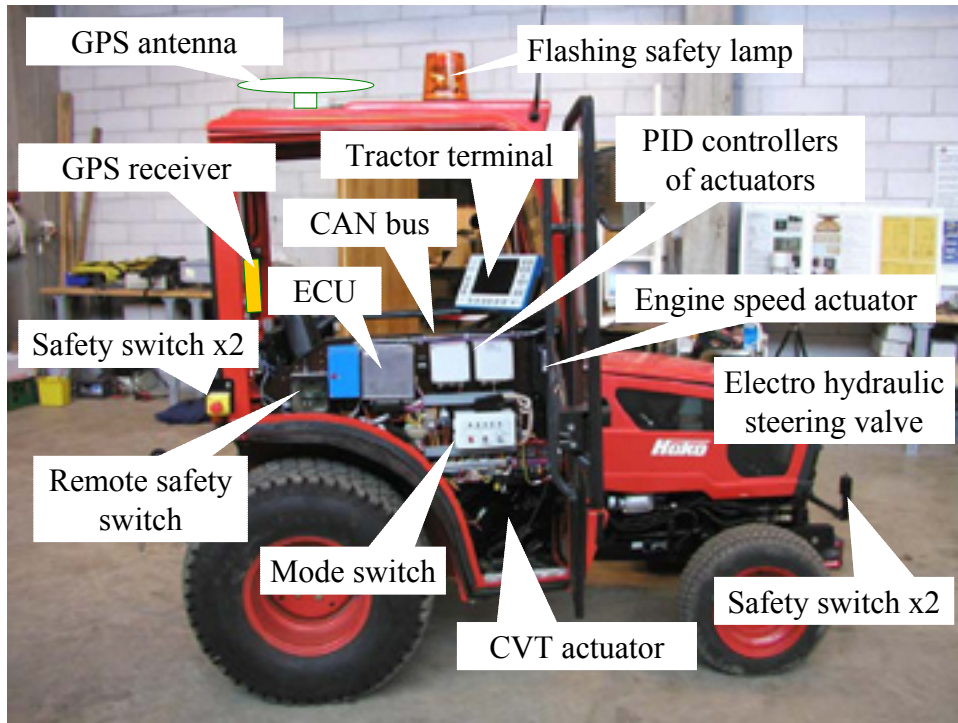
Source: BEELINE Technologies, Inc



## Fully automatic steering

- GEOTEC
  - Agronav Plan
  - Agronav Drive
  - GT2000







## Phytotechnology opportunities

- Develop new generation of machinery
  - **Weather independent**
  - Very low compaction
  - Low energy, targeted inputs
  - Small area or plant scale operations
  - Allows us to do operations we cannot do now, or find too expensive or time consuming
  - Modular and scaleable
- Applications
  - Individual plant monitoring
  - Micro tillage and seeding
  - Mechanical weeding
  - Selective harvesting
- **Unattended long term sensible behaviour**



## Small specialist platform

Mark I (2001)



Mark II (2003)



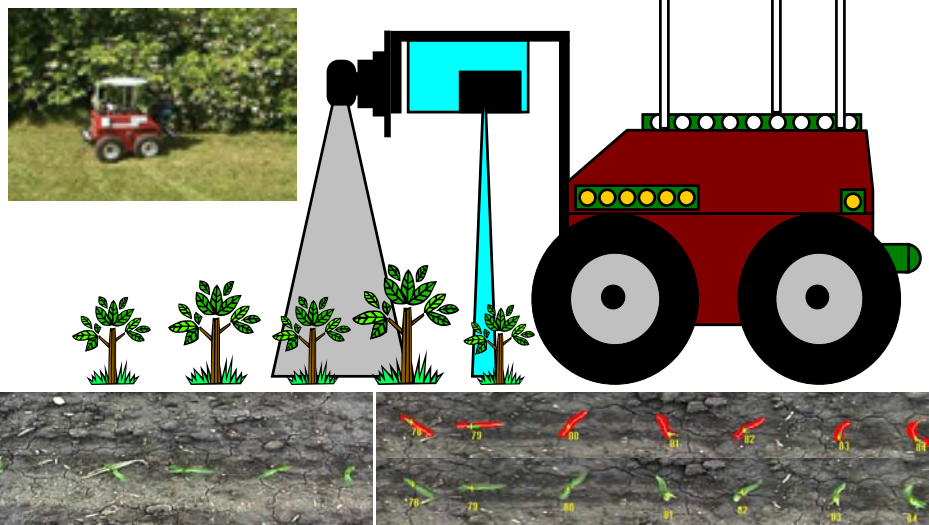
MK I. Designed and built by two MSc students at the Danish Technical University  
Mark II. Developed by Aalborg University and DIAS, Denmark  
[www.cs.auc.dk/api](http://www.cs.auc.dk/api)



## Small intelligent machines



## Autonomous field scouting



# Teknologialla asiakkaalle lisäarvoa

*toimitusjohtaja Ilkka Hakala, Valtra Oy Ab*

## Maatalouden näkymät EU:ssa ja EU-Suomessa

Teolliselle liiketoiminnalle ominaiset periaatteet ja tavoitteet ovat nykyisin yhä enemmän nähtävissä myös maataloustuotannossa. EU asettaa omat reunaehdonsa, kilpailu globalisoi-tuu ja sitä kautta maatalouden tuottavuus- ja tehokkuusvaatimukset korostuvat entistäkin enemmän. Esimerkiksi usean työkoneen kytkeminen traktoriin saman ajosuoritteen aikana on yhä tavanomaisempaa.

Tällä hetkellä tuen osuus viljelijän tuloista EU:n ja USA:n alueilla on noin puolet kokonaistulosta. EU:n tukipolitiikan kehitysnäkymät luovat kovia paineita maataloudelle, erityisesti EU:n ”laita-alueilla”, kuten Suomessa. Kehitysmaiden rooli ruuan tuottamisessa on myös ajankohtainen kysymys, onhan niissä maataloustuotteiden tarve selvästi tuotantoa suurempi.

Toisaalta Brasilian viljelijät menestyvät jo nyt maailman markkinoilla ilman tukea erittäin hyvin. Sokeriruoko, kahvi, appelsiini ja soija ovat hyviä esimerkkejä Brasilian tehomaatalouden kilpailukyvystä. Kuvaavaa on, että maatalouskoneiden käyttöaste esim. Brasilian sokeriruokotiloilla on moninkertainen EU:n ja Suomen tasoon verrattuna (traktoreiden käyttö on luokkaa 3000-4000 h/vuosi ja Suomessa vastaavasti noin 1000 h/vuosi).

Kovassa kilpailussa pärjätäkseen täytyy suomalaisen viljelijän kehittää tuotteitaan ja osata erikoistua ottamalla huomioon paikalliset olosuhteet. Tämä on kova haaste, kun lisäksi ympäristövaikutusten vaatimustaso meillä on perinteisesti keskimääräistä tiukempi ja esim. tuotantoprosessin vaiheet ja kemikaalien annostelu täytyy pystyä selvittämään elintarviketeollisuuden ja sitä kautta kuluttajan tiedoksi. Tässä yhteydessä traktorilla yleistyökoneena on keskeinen rooli jäljitettävän tiedon kokoamisessa.

## Konevalmistajien haasteet

Tämä kaikki tuo kovia haasteita myös maatalouskonevalmistajille. **Keskeistä on asiakkaan prosessin ymmärtäminen ja aktiivinen osallistuminen sen kehittämiseen.**

”Pelle Pelottoman” asenne on joskus tarpeellinen ja jopa välttämätön, mutta uuden teknologian tuominen ei sinällään ole mikään itseisarvo, ellei se luo lisäarvoa asiakkaalle. Koneiden luotettavuus ja korkea käyttöaste korostuvat. Koneiden valmistuskustannusten on pysyttävä kurissa teknologian kehittymisestä huolimatta tai kenties juuri siitä syystä. Tärkeää on koneiden huollon helppous ja asiakkaalle jopa huoltovapaat koneet.

Traktori- työkoneyhdistelmän toimivuus ja yhteensopivuus mekaanisesti ja erityisesti tiedonsiirtoon liittyen ovat voimakkaan kehityksen alla. Tietotekniikan lisääntyminen niin traktoreissa kuin työkoneissakin tekee niiden käytön entistä vaativammaksi. Käytön help-

pous ja loogisuus tulevat olemaan merkittäviä kilpailutekijöitä. MTT Vakola onkin haastanut meitä suomalaisia valmistajia kehittämään käyttöliittymän ergonomiaa.

Maatalouden tehostumiseen liittyy olennaisesti koneiden fyysisen koon kasvu. Maan pakautuminen on eräs keskeisimmistä ongelmista maataloudessa. Suorakylvötekniikan yleistyminen korostaa tätä vielä entistäkin enemmän. Konevalmistajien on kyettävä kehittämään aiempaa parempia koneita myös teho- painosuhteen osalta. Valtra kantaa edelleen vastuuta maan tiivistymisen vähentämisessä ratkaisullaan: summateho, kaksoisajolaitteet, ajokertojen määrän vähentäminen jne.

## Uutta teknologiaa viljelyyn

Uusi tekniikka ja erityisesti informaatioteknologia ja satelliittipaikannus tuovat runsaasti uusia mahdollisuuksia maanviljelyn tehostamiseen. Meillä Suomessa on näillä teknologian alueilla erinomaiset mahdollisuudet pärjätä johtuen vahvasta kansallisesta osaamisesta ja infrastruktuurista. Valtralla on uudessa teollisessa ryhmittymässä aiempaa huomattavasti paremmat mahdollisuudet uuden teknologian vuorovaikutteiseen hyödyntämiseen. Tässä yhteydessä voi mainita esim. seuraavia asioita:

- CAN-väylätekniikka tiedonsiirtoon traktorin ja työkoneen välille ja tähän liittyen ISOBUS standardi, josta tulee maailmanlaajuinen standardi ja se tulee olemaan erittäin voimakkaasti esillä marraskuun Agritechnica-näyttelyssä. Valtran tuotekehitys on paraikaa aktiivisesti mukana DLG:n organisoimassa käytännön yhteensopivuustesteissä S-, T- ja M-malleilla Saksassa.
- Täsmäviljely optimoimaan peltoviljelyn tulosta suhteessa panokseen.
- Täsmäajo ja siihen liittyen automaattiajo parantamaan traktori- työkoneyhdistelmän ajotarkkuutta ja sitä kautta tuotosta suhteessa panokseen. Esimerkkinä sokeriruokoistutus täsmä- ja automaattiajolaitteilla varustetulla traktorilla.
- Työsuorituksen raportointi automaattisesti.
- Ennakoiva kunnossapito ja etädiagnostiikka (vrt. paperikoneet).

Suomalaisen viljelyteknologian kehittämisessä on tärkeä rooli MTT Vakolalla, Helsingin yliopiston maatalous- metsätieteellisellä tiedekunnalla ja Työtehoseuralla. Teknologiatoimintonsa Maatalouskoneet -toimialaryhmän puitteissa on alkamassa merkittäviä, kansallisia projekteja, joihin osallistuvat paitsi edellä mainitut tutkimuslaitokset myös mm. työkonevalmistajat ja Valtra traktorinvalmistajana. Tämä on hyvä osoitus toimivasta yhteistyöstä kansallisella tasolla. Tulokset näistä projekteista edesauttavat omalta osaltaan suomalaisen maatalouden ja maatalouskonevalmistajien kilpailukykyä kovassa kansainvälisessä kilpailussa.

KIITOS!

# Onnistuneen suorakylvön avaintekijät

tutkija Hannu Mikkola, MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola)

## Johdanto

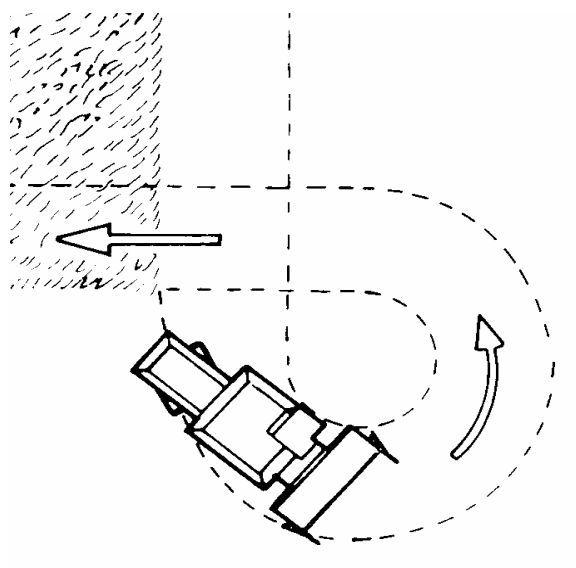
Tietävästi ensimmäiset kevätiljan suorakylvökokeet tehtiin Suomessa energian hintakriisin seurauksena 70-luvun puolivälin jälkeen. Karan ja Räisäsen (1979) mukaan kylvökoneen vantaat eivät kyenneet riittävästi tunkeutumaan kovaan saveen ja juuririkkakasvit valtasivat suorakylvetyn pellon varsin nopeasti. Kokemukset eivät siis rohkaisseet suorakylvöön. Seuraava yritys tehtiin 90-luvun alussa (Pehkonen et. al 1996). Satotulokset olivat aivan kohtuullisia, mutta korkeiden viljanhintojen aikaan oli melkein mahdotonta markkinoida menetelmää, joka saattoi jopa hieman laskea sadon määrää. Glyfosaatti oli vielä kallista, eikä oikeita rikkakasvien torjuntatapoja tunnettu. 90-luvun alkukaan ei siis ollut otollinen aika kevätiljan suorakylvön tulemiselle. Nyt näyttäisi kuitenkin olevan toisin.

Myös syysviljan suorakylvöä on tutkittu 80-luvun loppupuolella (Alakukku 1990). Tuolloin todettiin, että suoraan kylväen saadaan yhtä hyviä syysviljasatoja kuin perinteisesti kyntäen, äestäen ja kylväen. Suorakylvön eduksi todettiin myös huomattava työajan säästö. Kalliiden suorakylvökoneiden hankintaa pelkästään syyskylvöjä varten ei kuitenkaan pidetty järkevänä.

## Suorakylvön kylvöalusta tehdään puimurilla

Oljen ja ruumenten määrä sekä jakauma pellon pinnalla näyttäisi olevan tärkeimpiä suorakylvön onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä. Kun viljasato on neljä tonnia tai vähemmän, olki ei yleensä ole ongelma. Paksu olki ei haittaa itse kylvöä, mutta siemen ei orastu paksun olkimaton alta. *Nyrkkisääntönä voisi pitää, että kämmentä paksumpi olki- ja ruumenpatja estää orastumisen.* Syyskylvöissä ongelma on vielä suurempi kuin kevätkylvöissä, koska olki ei ole ehtinyt yhtään maata. On tärkeää, että olki ja ruumenet saadaan leviämään hyvin puinnin yhteydessä. Oljen erillinen käsittely puinnin jälkeen nakertaa suorakylvön kustannusetuja. Tasainen olkikerros on tavoiteltavaa myös siksi, että pelto kuivuu tasaisemmin, kun olkikatetta on joka kohdassa likimain saman verran.

Ennen pellolle lähtöä puimurin silppuri tulisi säätää tekemään mahdollisimman lyhyttä silppua ja ohjainpellit pitäisi säätää siten, että silppu leviää mahdollisimman



Suosi silmukkakäännöstä tai pui kulmat pyöreiksi ja pui jäljelle jääneet kaistat lopuksi.

hyvin koko pintileveydelle. Jos on mahdollista ohjata ruumenet silppurin kautta, se kannattaa ehdottomasti tehdä. MTT Vakolassa on rakennettu ulkomaisten mallien mukaan keskipakolevitintä muistuttava ruumenten levitin Sampo 690 –puimurin seulaston taakse. Syksyn aikana tehdyt kokeet ovat osoittaneet levittimen toimivan, kuten odotettiin. Ruumenten levittimestä on sitä suurempi hyöty, mitä suurempi puimurin työleveys on.

*Puitaessa tulee suosia ajotekniikkaa, jossa puimuria ei pysäytellä ja peruutella, ennen kuin olkien tulo silppurista on loppunut. Ensimmäisellä kierroksella ja kulmia avattaessa peruuttelua ei voitane välttää, mutta sen jälkeen voidaan käyttää silmukkakäännöstä. Toinen mahdollisuus on puida kulmat pyöreiksi ja ajaa lopuksi kulmiin jääneet puimattomat kaislat ristiin.*

*Sänki kannattaa jättää pitkäksi, koska silloin maan pintaan tulee olkisirppua mahdollisimman vähän. Sänki ei haittaa kylvöä eikä viljan kasvua, kunhan maata ei muokata. Pitkä sänki ei myöskään näyttäisi lisäävän hiusneulailmiötä. Hiusneulailmiö tarkoittaa sitä, että vanna ei kykene katkaisemaan olkea, vaan painaa sen hiusneulan muotoon kylvövaon pohjalle.*

Jos puimuria on kuitenkin pysäyteltävä esimerkiksi tukkeutumisen vuoksi, olkikasat pitää käydä hajottamassa kesantosilppurilla, kelasilppurilla tai heinänpöyhimellä. *Jos olkikasojen hajottamiseen käytetään äestä tai kultivaattoria, on vältettävä pellon pinnan rikkomista. Tämä on erityisen tärkeää ennen syyskylvöä, koska suorakylvökoneen vantaat eivät pyöri kunnolla ja tukkeutuvat, jos maa on liian löyhää.* Kevätkylvöjä varten olkisia kohtia voidaan sen sijaan sänkimuokata, koska maa asettuu ja tiivistyy talven aikana. Harkittu sänkimuokkaus voi jopa jouduttaa kylvöille pääsyä, jos muokataan metsänreunat ja notkopaikat, jotka yleensä kuivuvat viimeksi. Olkikasat voidaan myös polttaa, mutta pinnan kulottaminen kauttaaltaan tuhoaa oljen katevaikutuksen sekä lierojen ravintovaraston. Polttaminen on lisätyö, johon liittyy tulipalon riski.

## **Liian aikainen kylvö on suurempi riski kuin myöhäinen**

*Vaikeinta kevätiljan suorakylvössä lienee sopivan kylvöajan odottaminen. Oikea kylvöaika on muutamasta päivästä viikkoon myöhemmin kuin perinteisesti kylvettäessä. Parhaiten oikea kylvöaika on todettavissa ajamalla kylvökoneella kierros pellolla ilman siemeniä ja lannoitteita. Jos maa murustuu vantaan kulku-uran kohdalta, pelto on kylvökunnossa. Pelkkä viilto kertoo, että on odotettava vielä muutama päivä.*

## **Älä kylvä liian syvään!**

*Ihanteellinen viljan kylvösyvyys on 3-4 cm. Kylvösyvyys on kuitenkin aina säädettävä maan kosteustila huomioon ottaen. Syvä kylvö huonontaa orastumista ja se on useimmiten tarpeetonta, koska muokkaamaton, olkisirpun peittämä maa pidättää kosteutta paremmin kuin muokattu, paljas pinta. Itämiskosteutta on siis yleensä aivan pellon pinnan tuntumassa ja kapillaarisuus toimii, koska maata ei ole muokattu. Siemeniä voi joskus jäädä jonkin ver-*

ran pintaan, mutta se ei välttämättä tarkoita, että kylvösyvyys olisi liian matala. *Säädettäessä kylvösyvyyttä koeajot on tehtävä ajaen normaalia kylvönopeutta, koska ajonopeus voi vaikuttaa kylvösyvyyteen.*

*Painota vantaita vain sen verran, mikä on tarpeen tavoitellun kylvösyvyyden saavuttamiseksi. Riittävä painotus on opittava ”näkemään” seuraamalla vantaiden liikettä ajettaessa normaalia ajonopeutta. Helpointa lienee säätää painotusta suuresta pienempään päin. Kun vantaat alkavat liikkua hermostuneesti ylös alas, sopiva painotus saadaan säätämällä painotusta takaisin hieman suurempaan päin.*

## **Lannoitteen sijoittaminen siemenen kanssa samaan vakoon**

Tämän vuoden kokeiden jälkeen näyttää jo melkoisen varmalta, että lannoite ja viljan siemen voidaan sijoittaa samaan kylvövakoon ilman mainittavia haittoja. Orastuminen on hieman hitaampaa ja oraiden määrä jää alhaisemmaksi, kuin sijoitettaessa lannoite omiin riveihinsä. Tästä ei kuitenkaan ole haittaa ainakaan vuosina, jolloin sadetta tulee vähintään kohtuullisesti. Koejaksoon ei ole kuitenkaan sisältynyt yhtään vuotta, jolloin aika kylvöstä juhannukseen olisi täysin sateeton. Siksi tarvitaan vielä lisää kokemusta, ennen kuin lopullinen arvio lannoitteen sijoituspaikan hyödyistä ja haitoista voidaan tehdä. Rypsiä kannattanee kylvää ylimpien suositusten mukaan tai jopa niiden yli, jotta saadaan tarpeeksi tiheä kasvusto.

## **Tarkkaile rikkakasveja ja noudata torjuntaohjeita**

Myös suorakylvössä torjuntapäätös tulee perustua rikkakasvien, tautien ja tuholaiden tarkkailuun sekä todettuun torjuntatarpeeseen. Tämänhetkinen kokemus on, että vuosittainen glyfosaattiruiskutus juuririkkakasvien torjumiseksi on tarpeen multavilla ja kevyillä mailla. Jäykemmillä mailla välivuodet ovat mahdollisia, jos rikkakasveista on päästy eroon huolellisten ruiskutusten ja tehokkaasti varjostavien kasvustojen avulla.

Glyfosaattiruiskutus kaksi päivää ennen kylvöä on tehonnut MTT Vakolan suorakylvölohkoilla kahtena vuonna erittäin hyvin. Käyttömäärä oli tänä keväänä 2 l/ha kiinnitteen kanssa ja vesimäärä oli 130 l/ha. Glyfosaattimäärää voitaneen edelleen vähentää. Pieniä glyfosaattimääriä käytettäessä väkevä liuos antaa yleensä paremman torjuntatuloksen kuin laimea. Saunakukan esiintymistä on syytä tarkkailla jo syksyllä. Sen voi torjua syksyllä MCPA:lla tai keväällä oraan ollessa 4-lehtiasteella käyttämällä torjunta-ainetta, jolla on tunnetusti hyvä teho saunakukkaan (metsulfuroni-metyyli tai MCPA+klopyraliidi+ fluroksipyyri). Kasvinsuojeluruisku kannattaa pitää hyvässä kunnossa, koska vain kunnossa olevilla välineillä saadaan hyvä torjuntateho myös pieniä torjunta-ainemääriä käytettäessä. Pieniä vesimääriä ruiskutettaessa on käytettävä suuttimia, joiden tilavuusvirta 2,5 – 3,0 baarin paineella on 0,7 – 1,0 l/min. Pieniä suuttimia käytettäessä tarvitaan hyvä suodatus ja huolelliseen ruiskuttamiseen sänkimaalla tarvitaan vaahtoverkkitin.

## **Piikkimerkitsimen jälki näkyy paremmin lautasen**

Kylvetyn ja kylvämättömän rajan erottaminen on joskus vaikeaa. Lautasmerkitsin ei jätä kovaan saveen juuri minkäänlaista jälkeä ja siksi se kannattaa korvata S-piikillä. Sekään ei pysty tunkeutumaan saveen, mutta S-piikki siirtää sen verran olkea tieltään, että jäljen erottaa. Kevyillä mailla lautanen on puolestaan parempi, koska se ei kasaa olkea.

## **Syysviljalle viettävä lohko ja hyvä esikasvi**

Suorakylvetty syysvilja ei kestä seisovaa vettä sen paremmin kuin perinteisesti kylvettykään. Syysvilja tulee siksi sijoittaa ensi sijassa rinnelohkoille. Hyviä esikasveja ovat herne, rypsi, nurmi ja viherkesanto. Nurmesta ja kesannosta torjutaan vanha kasvusto ennen kylvöä glyfosaatilla. Esimerkiksi kesannossa voi olla runsaastikin pitkää rikkakasvikasvustoa. Älä niitä sitä, koska pitkäkään kasvusto ei haittaa kylvöä, jos kasvusto on juurillaan maassa kiinni.

## **Kokeile rohkeasti käytä – urakoitsijaa**

Hyvä tapa kokeilla suorakylvöä omilla pelloilla on tilata urakoitsija kylvämään ensimmäiset hehtaarit. Se on myös edullinen tapa, koska urakoitsijoiden veloitukset ovat olleet Työtehosteuran selvityksen mukaan keskimäärin varsin kohtuullisia verrattuna oman koneen hankkimiseen. Keskihintaisella 3 metrin suorakylvökoneella pitäisi kylvää vuodessa vähintään 150 ha, jotta oman koneen hankkiminen olisi vähänkään mielekästä.

## **Jotta suorakylvö onnistuisi**

- Levitä oljet ja ruumenet mahdollisimman hyvin, jätä pitkä sänki (Kiinnitä huomiota puimurin ajotekniikkaan!)
- Anna pellon kuivua keväällä tarpeeksi, älä kylvä liian syvään.
- Tarkkaile rikkakasveja, noudata torjuntaohjeita.

## **Kirjallisuus**

Alakukku, L. 1990. Suorakylvö syysvehnän viljelyssä. Teho 7 - 8. s. 35 – 37.

Kara, O. & Räisänen, L. 1979. Maanmuokkauksen minimointi ja kylvö- lannoitusvantaiden soveltuvuus kyntämättömään maahan kylvöön. Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos, tutkimusselostus 20. 53 s.

Pehkonen, A., Pitkänen, J., Turtola, E., Pietilä, S. & Sipilä, I. 1996. Ympäristöä säästävä muokaus- ja kylvölannoitustekniikka. Helsingin yliopisto, maatalousteknologian julkaisuja 20. 71 s.

# Viljankorjuun kustannukset kuriin – mallintaminen osoittaa säästökohteet

*tutkija Pasi Suomi, MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola)*

Tutkimuksen ”Viljan korjuu ja varastointi laajenevalla viljatilalla” tärkein tavoite oli etsiä keinoja viljankorjuun kustannusten alentamiseen (Suomi ym. 2003). Tutkimus oli jatkoa MTT:ssä 1996 – 1999 tehdylle tutkimukselle ”Viljasadon korjuu ja varastointi” (Haapala ym. 2001). Aiemmassa tutkimuksessa suunnitellun ja rakennetun mallin kehittämistä jatkettiin, koska tilusrakenne haluttiin ottaa mallissa käyttöön juuri sellaisena kuin se on oikeassakin elämässä. Näin saatiin paremmin esille peltolohkojen ja talouskeskuksen välisen liikenteen eli maatilalogistiikan vaikutus työn käyttöön ja kustannuksiin. Parannettua mallia voitiin myös käyttää tutkittaessa tilan laajentamisen rajoja.

Viljan kuivaamisen osuus viljan korjuukustannuksista on tilakoosta riippuen 45–52 %. Näistä kustannuksista 59–65 % on kiinteitä. Kuivaus on lisäksi selkeä viljankorjuun pulonkaula. Tutkimuksen alkaessa oli tiedossa, että viljankuivureita koskevia paloturvallisuusmääräyksiä ollaan uusimassa, ja kuivaaminen entistä kuumemmalla ilmalla saattaisi tulla mahdolliseksi. Näin voitaisiin alentaa kuivauskustannuksia kahta kautta. Ensinnäkin kuivausilman lämmön nostaminen alentaisi energiakustannuksia. Toiseksi lämmön nostaminen lisäisi kuivurin kapasiteettia, jolloin entisellä kuivurilla voitaisiin kuivata suurempi viljamäärä. Tutkimuksella haluttiin tukea valmisteilla olevaa muutosta ja samalla selvittää, paljonko se toteutuessaan alentaisi kuivauskustannuksia. Lisäksi haluttiin selvittää, vaikuttaako muutos kuivureiden palo- ja työturvallisuuteen sekä viljan laatuun. Kuuma kuivausilma voi nimittäin huonontaa viljan itävyyttä.

Suurin osa Suomessa viljeltävästä viljasta päättyy eläinten rehuksi. Rehuvilja voitaisiinkin kuivaamisen sijasta varastoida tuoreena. Tuoresäilönnässä säilöntäkustannus on yleensä alempi kuin kuivauskustannus, ja menetelmä mahdollistaisi myös puimurin tehokkaan käytön ja vähentäisi korjuun sääriippuvuutta. Monista eduista huolimatta tuoresäilöntä ei ole yleistynyt. Siksi haluttiin selvittää, mikä on tuoresäilönnän tämänhetkinen kilpailukyky kuivaukseen verrattuna, ja mitkä tekijät ovat tuoresäilönnän yleistymisen esteenä.

Tässä on käsitelty tiivistetysti mallintamista ja simuloinnin avulla saatuja tuloksia. Mallin ominaisuuksia ja validointia on käsitelty yksityiskohtaisesti Suomen ym. (2003) tutkimuksessa ”Viljan korjuu ja varastointi laajenevalla viljatilalla”. Tutkimuksessa keskityttiin myös keskitettyyn viljan kuivaukseen, mutta osio on jätetty pois tästä tekstistä. Myöskään kuivureiden paloturvallisuutta ja kuumailmakuivauksen vaikutusta viljan itävyyteen ei tässä yhteydessä käsitellä.

## **Viljan korjuun ja varastoinnin simulointimalli**

Viljasadon käsittelyn vaihtoehtoisia ratkaisuja tutkittiin matemaattisen mallin avulla, johon tarvittiin systeemianalyysiä. Kehitetyllä mallilla kuvattiin viljan korjuuseen ja varastointiin





Yksi merkittävimmistä ohjelman eduista on graafinen käyttöliittymä. Kuvaajien avulla on mahdollista tarkastaa monimutkaisen mallin toiminnan pääpiirteet ja vaikutussuhteet. Myös mallin läpi virtaavan materiaalin katoamattomuus helpottaa mallin rakentamista. Jos materiaalia (viljaa, työtunteja ja euroja) kertyy väärin paikkoihin, tämä huomataan helposti, jolloin virhe voidaan poistaa.

Yksi tärkein tavoite mallin kehittämisessä oli tilan lohkoja koskevan paikkatiedon käyttöönotto. Mallissa yksittäisten peltojen sijainti tilakeskuksesta laskettiin ArcView GIS 3.0 -ohjelman ja peruskartan avulla. Koska yleisellä tiellä traktorin ajonopeus on suurempi kuin peltotiellä, jaettiin tiestö näihin kahteen luokkaan peruskartan avulla. Yleisellä tiellä traktorin ajonopeus oli 30 km/h ja peltotiellä 15 km/h. Tiestön kunnan vaikutusta korjuu- ja varastointikustannuksiin oli mahdollista tutkia muuttamalla traktorin ajonopeutta. Jos tiestön kunto oletettiin huonoksi, traktorin ajonopeus asetettiin hitaammaksi. Tavoite oli myös saada malli huomioimaan lohkojen väliset etäisyydet. Ominaisuutta olisi käytetty silloin, kun puimuri ja traktori siirtyvät lohkolta toiselle. Koska ominaisuus olisi tehnyt mallista yhä monimutkaisemman, siitä luovuttiin.

## **Simuloinnit**

Simuloinnit koostuivat kolmesta osasta. Herkkyysanalyysijä koskevissa simuloinneissa periaatteena oli selvittää, kuinka malli reagoi tiettyjen parametrien muutoksiin ja tehdä tuloksista johtopäätöksiä. Toisessa osassa verrattiin vanhaa ja uutta mallia keskenään, jota ei kuitenkaan tässä tekstissä ole käsitelty. Varsinaiset tutkimukseen liittyvät simuloinnit muodostivat kolmannen osan, joissa pääpaino keskittyi tilusrakenteeseen. Tilusrakennetta koskevissa simuloinneissa tutkittiin tilan lohkokokoon, lohkojen etäisyyden ja tiestön kunnan vaikutusta kustannuksiin. Lisäksi maatilalan laajentumista sekä erilaisia kuivuri- ja tuoresäilöntämenetelmiä simuloitiin, koska näiden asioiden uskottiin vaikuttavan korjuu- ja varastointikustannuksiin huomattavasti.

## **Herkkyysanalyysit**

Peruslähtökohta herkkyysanalyysissä oli 120 hehtaarin tila, jossa oli ohraa 48 ha, kauraa 24 ha, kevätvehnää 24 ha, syysvehnää 12 ha ja ruista 12 ha. Tilalla oli töissä kaksi henkilöä, koneina kaksi traktoria, kaksi perävaunua ja leikkuupuimuri, jonka leikkuuleveys oli 360 cm. Sääaineisto oli vuodelta 1997 ja lämminilmakuivurin koko oli 30 m<sup>3</sup>. Mallin herkkyyttä testattiin muuttamalla lohkonvaihtoon kuluva aikaa, polttoöljyn hintaa sekä vaihtamalla traktorin maantienopeutta ja peltotienopeutta.

Taulukossa 1 on herkkyysanalyysien tulokset. Viljan korjuun- ja varastoinnin kustannukset on ilmoitettu korjattua tuhatta kiloa kohti. Kokonaiskustannukset on eritelty kiinteisiin, muuttuviin ja ajallisuuskustannuksiin. Puintitunnit koostuvat puimurin varsinaisesta puintityöstä ja lohkonvaihtoista. Puimurin siirtoajoon kuluva aikaa ei sisällytetty kokonaisaikaan. Traktoreiden 1 ja 2 tunnit koostuvat pelkästään siirtoajosta. Taulukon työtunnit koostuvat traktoria ajavien henkilöiden työtunneista, joihin on laskettu mukaan perävaunun

täyttöön kuluva odottelu-aika. Kuivaustunteihin on laskettu kuivurin täyttöön, kuivaukseen, jäähtymiseen ja tyhjennykseen kuluvat ajat.

Taulukko 1. Herkkyysajojen tulokset.

Simulointi	Lohkonvaihto, min	Polttoaine, snt/l	Maantienopeus, km/h	Peltotienopeus, km/h	Kustannukset, €/t	Kokonaiskustannukse, €	Kiinteätkustannukset, €	Muuttuvat kustannukset, €	Ajallisuuskustannus, €	Puintitunnit	Traktori 1 tunnit	Traktori 2 tunnit	Työtunnit	Kuivaustunnit
1	10	39,9	30	15	75,7	28 898	19 124	7 340	2 434	91	17	2	100	302
2	20	39,9	30	15	75,7	29 077	19 124	7 415	2 537	95	18	3	101	301
3	30	39,9	30	15	77,4	29 173	19 124	7 372	2 676	97	18	2	100	296
4	10	28,8	30	15	72,3	27 812	19 124	6 254	2 434	91	17	2	100	302
5	10	33,6	30	15	74,0	28 289	19 124	6 731	2 434	91	17	2	100	302
6	10	42,0	30	15	75,7	29 112	19 124	7 553	2 434	91	17	2	100	302
7	10	50,5	30	15	79,0	29 934	19 124	8 376	2 434	91	17	2	100	302
8	10	39,9	15	5	75,7	29 178	19 124	7 610	2 444	91	32	11	118	302
9	10	39,9	20	10	75,7	28 997	19 124	7 435	2 438	91	21	7	107	302
10	10	39,9	40	15	75,7	28 847	19 124	7 293	2 430	91	14	2	97	302
11	10	50,5	15	5	79,0	30 240	19 124	8 672	2 444	91	32	11	118	302

Ensimmäisen simuloinnin (tummennettu) parametreja käytettiin oletuksena tilusrakennetta, laajentumista ja eri kuivausmenetelmiä koskevissa simuloinneissa. Tämän takia herkkyysajojen simuloituja 2-11 verrattiin ensimmäisen simuloinnin tuloksiin. Lohkonvaihdon kestäessä 30 minuuttia, kustannus tonnia kohden nousi 1,7 € korkeammaksi kuin lohkonvaihdon kestäessä 10 ja 20 minuuttia. Lohkonvaihtoon kuluvan ajan pidentyessä ajallisuuskustannus kasvoi ja kuivaustunnit alenivat, koska osa viljasta jäi peltoon varisemisen takia. Polttoaineen hinta oli noussut vuodesta 2000 (simulointi 4) vuoteen 2002 (simulointi 1) 11,1 snt/l. Kahden vuoden aikana tapahtunut hinnan nousu kohotti korjuun ja varastoinnin kustannusta 3,4 €/tonni (Simuloinnit 1 ja 4). Traktorin ajonopeuden avulla simuloitiin tiestön vaikutusta kustannuksiin. Alhaisen ajonopeuden aiheuttama traktorin käyttötuntien nousu ei kasvattanut kustannuksissa kuin nimellisesti. Kustannuksia nosti polttoaineen kulutuksen, traktorin käyttötuntien ja työtuntien kasvu. Simulointien mukaan tiestöllä ei ollutkaan merkittävää vaikutusta kustannuksiin esimerkkitalalla. Herkkyysanalyysit vahvistivat käsityksen siitä, etteivät lohkonvaihtoon kuluva aika ja tiestön kunto merkittävästi vaikuta viljan korjuu- ja varastointikustannukseen. Tiestön kunto on siis enemmänkin mukavuus- ja turvallisuustekijä kuin kustannustekijä. Teiden huono kunto voi aiheuttaa koneiden rikkoutumisia ja vaaratilanteita, jotka ei näy simulointien tuloksissa.

## Tilan lohkokoon vaikutus korjuukustannuksiin

Tutkittaessa lohkokoon vaikutusta kustannuksiin, peruslähtökohtana oli 50 hehtaarin virtuaalitala, jossa oli 20 ha ohraa, 15 ha kauraa ja 15 ha kevätvehnää. Ohralohkon etäisyys talouskeskuksesta oli 350 m, kevätvehnälohkon 1 km ja kauralohkon 5 km. Tilan konekapasiteetti oli hieman ylimitoitettu, koska se mitoitettiin 70 hehtaarin tilan mukaan. Puimurin leikkuuleveys oli 3 m. Simuloinneissa käytettiin yhtä traktoria, jolla oli mahdollista siirtää 15 ja 10 m<sup>3</sup>:n perävaunua. Tilan kuivurin tilavuus oli 14 m<sup>3</sup> ja se oli 12 vuotta vanha. Tilalla työskenteli sadonkorjuun aikana kaksi henkilöä.

Lohkokokoa käsittävät simuloinnit tehtiin vaiheittain. Ensimmäisessä vaiheessa jokainen viljalaji oli yhtenä lohkona. Toisessa vaiheessa viljalajien pinta-alat jaettiin kahteen lohkoon siten, että lohkojen koot olivat 1/3 ja 2/3 edellisestä vaiheesta. Samoin meneteltiin myös kolmannessa ja neljännessä vaiheessa. Viimeisessä vaiheessa lohkoja oli siten 24 kpl. Simuloinneissa käytettiin vuosien 1997 ja 1998 säätietoja. Myös lohkon vaihtoon kuluva aikaa muutettiin, koska oli mielenkiintoista nähdä, kuinka lohko ja lohkon vaihtoon kuluva aika yhdessä vaikuttivat kustannuksiin.

Lohkojen koko tai etäisyys ei juurikaan vaikuttanut korjuukustannuksiin, kun sadonkorjuusää oli hyvä, simuloinnit 1 – 8 (taulukko 2). Sadenkorjuusään ollessa huono kustannustaso oli kaikissa simuloinneissa vähintään 16 €/tn korkeampi kuin hyvän sään vallitessa, simuloinnit 9 - 16. Ero johtuu pääosin viljan varisemisen ja laadun heikkenemisen aiheuttamasta ajallisuuskustannuksesta.

Taulukko 2. Lohkokoon vaikutus viljan korjuu- ja varastointikustannuksiin.

Simulointi	Lohkoja	Lohkonvaihto min	Sää	Kustannukset, €/t	Kokonaiskustannukse, €	Kiinteät kustannukset, €	Muuttuvat kustannukset, €	Ajallisuuskustannus, €	Puintitunnit	Traktori 1 tunnit	Työtunnit	Kuivaustunnit
1	3	10	-97	99,2	16 696	13 279	3 263	154	45	5	47	180
2	6	10	-97	100,9	16 849	13 279	3 284	281	46	5	48	179
3	12	10	-97	100,9	16 884	13 279	3 287	317	46	5	48	179
4	24	10	-97	100,9	16 981	13 279	3 373	330	49	6	51	179
5	3	20	-97	99,2	16 702	13 279	3 268	154	49	6	51	179
6	6	20	-97	100,9	16 859	13 279	3 294	286	49	6	51	179
7	12	20	-97	100,9	16 905	13 279	3 308	318	49	6	51	179
8	24	20	-97	100,9	17 026	13 279	3 416	330	49	6	51	179
9	3	10	-98	116,0	18 024	13 279	3 007	1 738	41	5	44	165
10	6	10	-98	116,0	18 045	13 279	3 025	1 742	42	6	45	165
11	12	10	-98	116,0	18 060	13 279	3 033	1 747	42	6	44	165
12	24	10	-98	119,4	18 345	13 279	3 021	2 045	43	6	44	163
13	3	20	-98	116,0	18 025	13 279	3 008	1 738	42	5	44	165
14	6	20	-98	116,0	18 063	13 279	3 040	1 743	42	7	45	165
15	12	20	-98	119,4	18 299	13 279	3 008	2 012	43	5	44	162
16	24	20	-98	121,1	18 420	13 279	3 060	2 080	45	6	44	162

Huonon korjuusään vallitessa keskimääräisen lohkokoon pieneneminen alle 4,20 hehtaarin lisäsi kustannuksia 3 %, ja lohkon vaihtoon kuluvan ajan kaksinkertaistuminen lisäsi kustannuksia edelleen 1,5 %. Sää vaikuttaa siis kustannuksiin selvästi enemmän kuin lohkokoko ja etäisyys. Huono lohkorakenne ja etäisyys korostavat sään vaikutusta. Huonon sään vaikutus voi olla simuloitua suurempi, koska malli ei ota huomioon sadekatkojen aiheuttamaa lisätyötä. Työn organisointi vaikeutuu, ja viljelijä joutuu olemaan koko ajan valmiina puinnin jatkamiseen, mikä haittaa muiden töiden tekemistä.

### Tilan lohkojen etäisyyden vaikutus korjuukustannuksiin

Lohkojen etäisyyksien vaikutusta kustannuksiin simuloitiin käyttäen samaa virtuaaltilaa kuin simuloitaessa lohkokokoa. Peruslähtökohtana oli edellisen luvun simulointi 2, jossa lohkoja oli kuusi. Etäisyyden vaikutusta tutkittiin kasvattamalla kauralohkojen etäisyyttä 5 km:stä aina 40 km:iin.

Taulukko 3. Lohkojen etäisyyden vaikutus korjuu- ja varastointikustannuksiin käytettäessä vuoden 1998 säätietoja.

Simulointi	Etäisyys, km	Henkilöt	Kustannukset, €/t	Kokonaiskustannukse, €	Kiinteät kustannukset, €	Muuttuvat kustannukset, €	Ajallisuuskustannus, €	Puintitunnit	Traktori 1 tunnit	Työtunnit	Kuivaustunnit	Puintikausi, päivä
1	5	2	116,0	18 045	13 279	3 025	1 742	42	6	45	165	13
2	10	2	116,0	18 075	13 279	3 055	1 742	42	9	47	165	13
3	20	2	116,0	18 132	13 279	3 112	1 742	42	15	51	165	13
4	30	2	116,0	18 190	13 279	3 170	1 742	42	21	55	165	13
5	40	2	117,7	18 258	13 279	3 237	1 742	42	27	61	165	13
6	5	1	119,4	18 173	13 279	2 678	2 208	41	13	13	161	21
7	10	1	121,1	18 291	13 279	2 708	2 304	40	16	16	160	21
8	20	1	126,1	18 776	13 279	2 868	2 629	40	33	33	157	23
9	30	1	126,1	18 841	13 279	3 063	2 499	40	47	47	158	23
10	40	1	127,8	18 934	13 279	3 127	2 528	40	53	53	158	23

Käytettäessä vuoden 1997 säätietoja etäisyys ei vaikuttanut kustannuksiin. Korjuu- ja varastointikustannus oli silloin 100,9 €/tonni. Taulukossa 3 on esitetty vuoden 1998 säätietoja käyttäen tehdyt simulointiajot. Kun tilalla työskenteli 2 henkilöä, kustannukset kasvoivat vasta, kun etäisyys oli 40 km. Kun tilalla työskenteli yksi henkilö, puintikausi pitenee yli 21 päivään. Tästä johtuen kustannukset nousivat lähinnä ajallisuuskustannuksen kasvun vuoksi. Kun kauralohkojen etäisyys talouskeskuksesta oli 40 km (Simulointi 10) ja tilalla työskenteli yksi henkilö, kustannukset olivat 127,8 €/tonni. Simuloinneissa oletettiin, että puinturilla ajettiin vain kerran alueelle, jossa lohkot sijaitsivat. Näin kustannusten nousu johtui lähes kokonaan viljan siirtoajon kasvaneista kustannuksista.

## Tilan laajentuminen

Tilan laajentumista simuloitiin edelleen virtuaalitalan avulla. Tilan konekapasiteetti oli ylimitoitettu, koska se oli mitoitettu 70 hehtaarin tilan mukaan. Siksi tilan laajeneminen oli mahdollista ilman lisäinvestointeja. Peruslähtökohta oli sama kuin luvun 3.2 ”Tilan lohkokoon vaikutus korjuukustannuksiin” simulointi 3, jossa lohkoja oli 12. Esimerkkitalan peltopinta-alaa kasvatettiin vaihteittain 5 ja 10 hehtaarin lohkoilla sekä 30 hehtaarin alueella, joka oli jaettu neljään lohkoon. Lohkojen etäisyyttä vaihdeltiin 5-40 km:iin.

Kun 50 hehtaarin viljatila laajeni 5 hehtaarilla, kustannus aleni 6,7 €/tonni (taulukko 4). Vastaavasti 10 hehtaarin laajennus alensi kustannuksia 11,8 €/tonni. Kuten edellä todettiin, lohkojen etäisyydellä ei ollut merkittävää vaikutusta viljan korjuu- ja varastointikustannuksiin. Tämä pätee myös 5 ja 10 hehtaarin lisämaan hankinnassa. Kun tilan pinta-alaa kasvatettiin 30:llä hehtaarilla, kustannus vuoden 1997 säätiedoilla oli 79 €/tonni. Vuoden 1998 säätiedoilla kustannukset kohosivat lähinnä ajallisuuskustannusten takia. Myös alueen etäisyydellä oli pieni merkitys kustannuksiin. Kun lisämaa sijoitettiin yli 20 km:n päähän, kustannus alkoi kohota. Vuoden 1998 säätiedoilla kustannus alkoi kohota vasta 30 km etäisyydellä. Tulosten perusteella laajentamalla kustannukset saadaan alenemaan. Kuitenkin suurehkon alueen (30 ha) etäisyyden kasvaessa yli 30 kilometrin kustannukset alkavat jälleen kohota.

Taulukko 4. Tilan laajentumisen vaikutus viljan korjuu- ja varastointikustannukseen. Tilan pinta-alaa kasvatettiin 5 - 30 ha ja lisämaan sijaintia vaihdeltiin etäisyydellä 5 – 40 km.

Simulointi	Lisämaa, ha	Etäisyys, km	Lohkot	Sää	Kustannukset, €/t	Kokonaiskustannukse, €	Kiinteäkustannukset, €	Muuttuvat kustannukset, €	Ajallisuuskustannus, €	Puintitunnit	Traktori 1 tunnit	Työtunnit	Kuivaustunnit
1	-	-	12	-97	100,9	16 884	13 279	3 287	317	46	5	48	179
2	5	5	13	-97	94,2	17 326	13 314	3 563	449	51	6	52	192
3	5	10	13	-97	94,2	17 337	13 314	3 574	449	51	7	53	192
4	5	30	13	-97	94,2	17 386	13 314	3 622	449	51	11	57	192
5	10	5	13	-97	89,1	17 705	13 314	3 846	545	55	7	57	207
6	10	10	13	-97	89,1	17 740	13 314	3 873	552	55	9	59	207
7	10	30	13	-97	89,1	17 858	13 314	3 968	576	55	17	67	206
8	30	5	16	-97	79,0	20 294	13 314	4 843	2 136	70	12	76	254
9	30	10	16	-97	79,0	20 356	13 314	4 905	2 136	70	18	81	254
10	30	20	16	-97	80,7	20 476	13 314	5 027	2 136	72	40	101	254
11	30	30	16	-97	80,7	20 647	13 314	5 196	2 136	72	40	101	254
12	30	40	16	-97	80,7	20 779	13 314	5 339	2 136	73	52	110	254
13	30	5	16	-98	90,8	21 914	13 314	4 496	4 104	65	10	70	238
14	30	10	16	-98	90,8	21 974	13 314	4 554	4 106	65	16	74	238
15	30	20	16	-98	90,8	22 079	13 314	4 658	4 106	65	26	82	238
16	30	30	16	-98	92,5	22 184	13 314	4 764	4 106	65	36	90	238
17	30	40	16	-98	92,5	22 291	13 314	4 870	4 106	65	46	98	238

## Tilojen verkottuminen

Koska tilojen välisen yhteistyön avulla on mahdollista alentaa kustannuksia, simuloitiin mallin avulla myös tilojen verkottumista. Yhteistyötä koskevat simuloinnit (taulukko 5) tehtiin kolmen todellisen maatilan avulla. Tilalla A oli viljelyksessä 47,8 ha, tilalla B 17 ha ja tilalla C 13 ha. Ensimmäisessä vaiheessa simuloitiin erillisten tilojen korjuu- ja varastointikustannukset. Tilalla A työskenteli kaksi henkilöä, tiloilla B ja C yksi henkilö. Toisessa vaiheessa tilat yhdistettiin. Uusi talouskeskus suunniteltiin tilan B paikalle, koska tila on keskeisellä paikalla ja kyseisellä tilalla oli suurin kuivuri. Konekannaksi valittiin tilojen uusimmat ja suurimmat koneet. Esimerkiksi puimuri oli tilalta A. Yhteistyötilalla työskenteli kaksi henkilöä.

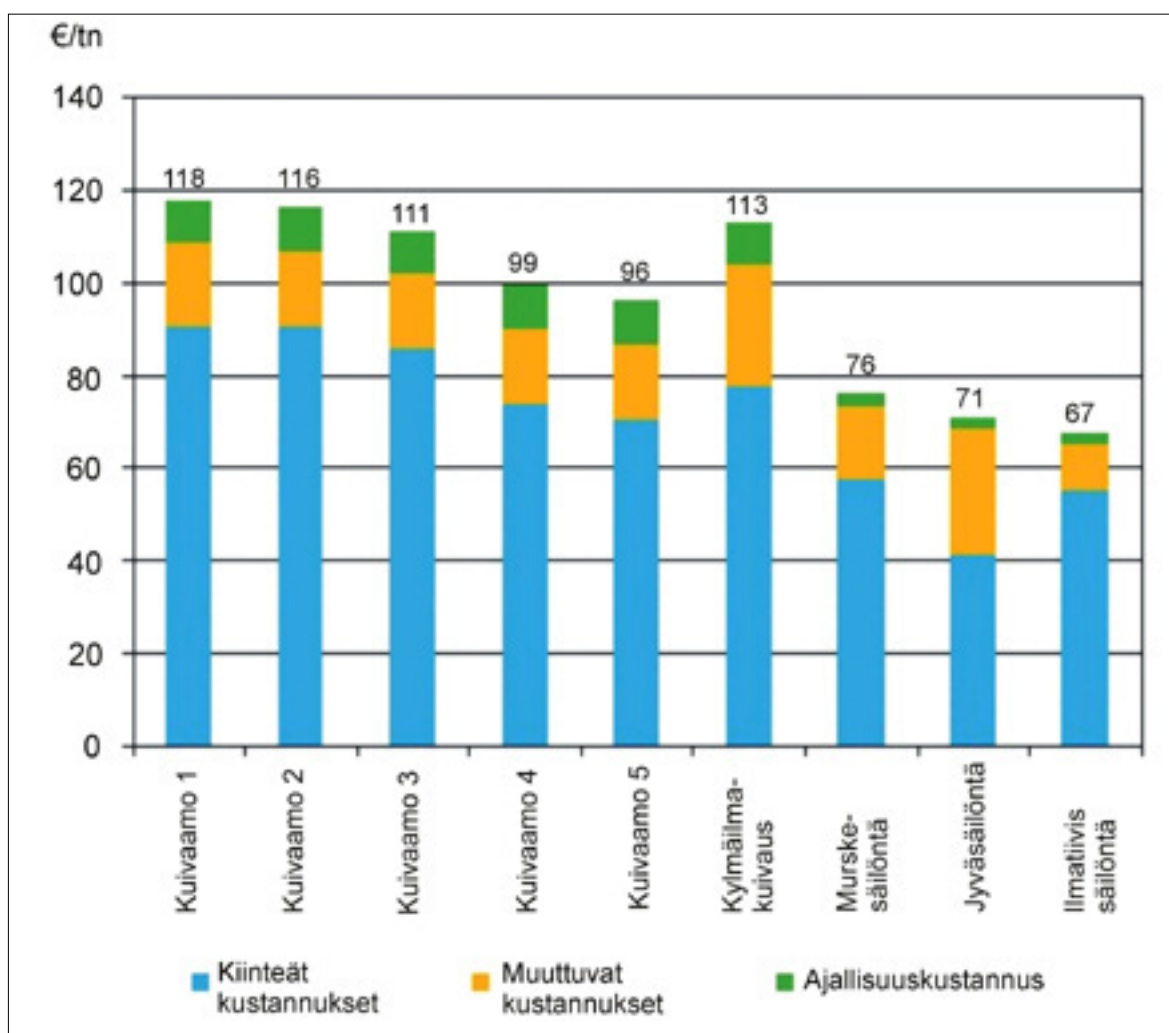
Tilan A korjuu- ja varastointikustannus oli **65,6 €/tonni**. Tilalla B kustannus oli **92,5 €/tonni** ja tilalla C **116 €/tonni**. Vaikka tilan A konekanta oli uusimman ja kiinteät kustannukset korkeimmat, kustannukset olivat huomattavasti alhaisemmat viljatonna kohti kuin muilla tiloilla. Tämä johtui tilan A suurimmasta pinta-alasta, jolloin kustannukset jakautuivat isomman viljamäärän kesken. Tilan A työtunnit olivat huomattavasti korkeammat kuin tilojen B ja C, koska tilalla työskenteli kaksi henkilöä. Tilat B ja C olivat viljelyalaltaan ja konekannaltaan lähes saman suuruiset. Kuitenkin tilalla C kustannus oli huomattavasti korkeampi kuin tilalla B. Pienillä tiloilla muutamankin hehtaarin vilja-alan lisäys alentaa merkittävästi kilokohtaista kustannusta.

Tilojen välisellä yhteistyöllä korjuu- ja varastointikustannus aleni **53,8 euroon/tonni**. Olemassa oleva konekapasiteetti riitti hyvin uuden verkostotilan tarpeisiin. Ajallisuuskustannus ja kiinteät kustannukset eivät nousseet tilan A tasosta merkittävästi. Simulointien mukaan pienimmät tilat hyötyivät eniten yhteistyöstä. Esimerkiksi tilan C kustannus puolitettiin yhteistyön ansiosta. Malli ei ota huomioon yhteistyön tarjoamaa työvoiman käyttömahdollisuutta tiloille. Esimerkiksi tila A voisi hyödyntää pienempien tilojen ammattitaitoisia henkilöitä. Joissain tilanteissa sillä saattaa olla paljonkin merkitystä.

## Kuivaus- ja säilöntämenetelmien vertailu

Kuivaus- ja säilöntämenetelmien vertailun lähtökohta oli sama kuin herkkyystarkastelussa, eli tilalla oli 72 ha ohraa ja 48 ha kauraa. Kuvassa 2 on esitetty kuivaus- ja säilöntämenetelmien simulointitulokset. ”Kuivaamo 1” on perinteinen pakettikuivaamo, jossa kuivaamorakennus muodostuu neliöpohjaisista, suhteellisen pienistä varastosiiloista (19 kpl) ja näiden päälle tehdystä katosta. Varastosiilot ovat alta tyhjennettäviä ja ylipainetoimisen uunin maksimilämpö on 80 °C. Kuivaamot 2 – 4 ovat alipaineisia kuumailmakuivureita, joissa uunin maksimilämpö on 100 °C. Kuivaamon 2 rakenne on muilta osin sama kuin kuivaamon 1. Kuivaamossa 3 kuivurirakennus koostuu tasamaalla olevista kartiopohjaisista pyörösiiloista (7 kpl), jotka ovat tilavuudeltaan selvästi isompia kuin kuivaamoissa 1 ja 2. Siilojen yhteistilavuus on kuitenkin kaikissa kuivaamoissa sama. Katto on rakennettu siilojen päälle. Kuivaamon 4 kuivurikoneisto on sijoitettu yhteen pyörösiiloon, ja vilja varastoidaan sen ympärillä olevaan neljään suurikokoiseen pyörösiiloon. Jokaisessa siilossa

on oma kattonsa. Kuivaamon 5 rakenteita on karsittu eniten, siinä kuivurikoneisto on rakennettu säänkestäväksi, jolloin se ei tarvitse ympärilleen suojarakennusta ja kattoa. Vertailussa simuloitiin myös tuoesäilöntä ja kylmäilmakuivausta.



Kuva 2. Kuivaus- ja tuoesäilöntämenetelmien korjuu- ja varastointikustannukset 120 ha:n viljapinta-alalla.

Normaalin lämminilmakuivauksen korjuu- ja varastointikustannus oli suurin. Käytettäessä korkealämpöistä alipainekuivausta kokonaiskustannus oli hieman alhaisempi kuin normaalin lämminilmakuivauksen. Tämä johtui alhaisemmista investointikustannuksista (pois lukien esimerkikiivaamo 2) ja muuttuvista kustannuksista. Muuttuvien kustannusten säästö johtui pienemmästä polttoöljyn kulutuksesta. Verrattaessa esimerkikiivaamoita 1 ja 2, kuivaamossa 2 käytettiin korkean lämpötilan alipainetekniikkaa, muuten rakenne oli sama molemmissa. Vaikka kuivaamon 2 investointikustannus oli hieman kalliimpi, alhaisempien muuttuvien kustannusten ansiosta kustannukset olivat alemmat. Kuivaamot 4-5 ovat selvästi muita edullisimpia, mutta niiden käyttöominaisuudet eivät ole yhtä hyvät, koska siiloja on vähän ja niiden tyhjennys ei ole yhtä helppoa kuin muissa esimerkikiivaamoissa.

Simulointien mukaan lämminilmakuivurien ja kylmäilmakuivurien ajallisuuskustannukset olivat samat. Voisi olettaa, että alipaineistettujen kuumailmakuivureiden ajallisuuskustannukset



nus olisi tehokkuuden ansiosta pienempi. Näin ei kuitenkaan ollut, koska normaalikuivuri ja kylmäilmakuivuri ehtivät kuivata ja varastoida viljan yhtä nopeasti kuin alipainekuivurit. Kylmäilmakuivauksen muuttuvat kustannukset nostivat sen kokonaiskustannuksia. Tällä tilakoolla (120 ha) se on epäkäytännöllinen ratkaisu, koska viljaa joudutaan siirtämään kuivauslaareista varastoon, mikä nostaa kustannuksia.

Verrattaessa tuoresäilöntämenetelmien kustannuksia, ilmatiivissäilöntä oli tällä tilakoolla edullisin. Kiinteät kustannukset ovat samaa tasoa kuin murskesäilönnässä, mutta ilmatiiviin säilönnän muuttuvat kustannukset ovat alhaisemmat. Märkänä vuonna viljan liiallinen kosteus saattaa olla este ilmatiiville säilönnälle. Jyvässäilönnän kiinteät kustannukset ovat alhaisimmat, mutta propionihappo nostaa kokonaiskustannuksia. Maatilalla saattaa olla mahdollista toteuttaa jyvä- tai murskesäilöntä pienin investoinnein, mikäli varastona voidaan hyödyntää olemassa olevia rakennuksia. Tätä mahdollisuutta ei ole näissä laskelmissa käytetty.

Murskesäilönnän etuna on, ettei viljaa tarvitse jauhaa tai litistää varastoinnin jälkeen, toisin kuin jyvä- tai ilmatiiviissä säilönnässä. Lisäksi viljan korjuu voidaan aloittaa hyvissä ajoin, koska viljan kosteuden on oltava 35-45 %. Laakasiiloihin investointi nostaa menetelmän kustannuksia, mutta siitä huolimatta se on kilpailukykyinen lämminilmakuivaukseen verrattuna. Tuoresäilöntämenetelmien alhainen ajallisuuskustannus johtuu järkevistä tuoresäilöntäketjuista ja aikaisemmasta sadonkorjuusta.

## **Johtopäätökset**

### **Työvoima ja kannattavuus**

Viljantuotannon pääomakustannukset ovat korkeat. Tilojen verkottuminen tarjoaa usein hyvät mahdollisuudet kiinteiden kustannusten jakamiseen. Edellisellä simulointimallilla tehdyt simuloinnit osoittivat, että urakojan käyttö puinnissa on edullista yllättävän isollakin tilalla (Haapala ym. 2001). Tämän tutkimuksen simulointien mukaan kolmen tilan yhteistyö puinnissa ja kuivauksessa toi huomattavia kustannussäästöjä varsinkin pienimmille tiloille, vaikka kuljetukset tilojen välillä lisääntyivät. Verkottumisen avulla osakkaat pääsevät hyötymään uusista teknologioista ja he voivat tarjota ammattitaitoaan koko verkon käyttöön. Pienet tilat hyötyvät eniten kiinteiden kustannusten alenemisesta, ja suuret tilat mahdollisuudesta saada ammattitaitoista kausityövoimaa.

### **Tilan sisäinen viljan kuljetus**

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan viljan kuljetus pellolta varastointipaikalle ei näyttäisi olevan kovin suuri logistinen ongelma. Viljan kuljetus ei ole yleensä pullonkaula, mikäli perävaunuja on tarpeeksi, niiden koko on riittävä ja tiestö on hyvässä kunnossa. Korjuu- ja varastointikustannukset eivät simulointien mukaan nousseet merkittävästi, vaikka joidenkin puintilohkojen etäisyyttä varastointipaikasta kasvatettiin aina 40 kilometriin asti. Nykyisiin maatalousperävaunuihin mahtuu parhaimmillaan 2-3 hehtaarin viljat. Maatalustraktorit kulkevat 40 km/h tai liikennetraktorina jopa 50 km/h. Perävaunujen riittävän koon

lisäksi tärkeää on myös niiden lukumäärä. Perävaunut ovat melko edullista välivarastotilaa ennen viljan varastokuntoon saattamista.

Kun leikkuupuimureiden tehokkuus kasvaa, ja lohkoja otetaan käyttöön yhä kauempaa varastointipaikasta, joudutaan viljankuljetuksen logistiikkaa monesti tehostamaan. Vaihtolavajärjestelmä on yksi ratkaisu, jossa tarvitaan vain yksi perävaununrunko akseleineen ja pyörineen. Vaihtolavajärjestelmälle pitäisi olla paljon muutakin käyttöä kuin viljanajo, jotta se olisi taloudellisesti mielekäs. Jos käytetään erittäin raskaita perävaunuja tai jopa kuorma-autoa viljan kuljetukseen, niitä ei voida ajaa pellolle maan tiivistymisriskin ja kiinnijäämisvaaran takia. Tällöin voidaan tarvita leikkuupuimurin ja tiekuljetusvälineen välille erillinen, esimerkiksi ruuvilla nopeasti tyhjennettävä siirtovaunu. Perävaunuihin voidaan asentaa kylmäilmapuhaltimia, jolloin niissä voidaan välivarastoida viljaa hyvinkin pitkiä aikoja ilman, että vilja alkaisi pilaantua. Näin saadaan aikaan edullinen ja helposti täytettävä ja tyhjennettävä puskurikuivuri.

### **Viljan varastointi**

Simulointien mukaan viljan säilöntä tuoreena on yleensä kuivausta edullisempaa, mikäli viljan kosteus ei ole este sen jatkokäytölle. Tuoresäilöttävän viljan puinti päästään aloittamaan aiemmin kuin kuivattavan viljan puinti, mikä saattaa lisätä korjuuketjun kapasiteettia ratkaisevasti. Ruokintalaitteissa on ollut jonkin verran toimintahäiriöitä talvella kosteaa viljaa käytettäessä, mutta ketjun osien oikealla valinnalla ne voidaan välttää (Palva & Siljander-Rasi 2003). Ruokintalaittevalmistajien toivoisi huomioivan laitekehittelyssään nykyistä paremmin myös kostean viljan. Tuoreen viljan varastointi- ja ruokintaketjuja ei monestikaan ole mahdollista saada toimimaan yhtä automaattisesti kuin viljan kuivausta ja kuivan viljan syöttöä eläimille. Valtaosa viljasta joudutaan kuivaamaan edelleen, koska kaupat eivät ota tuoresäilöttyä viljaa vastaan. Rehuviljan ostajien ja myyjien kannattaisi verkottua esimerkiksi internetin välityksellä, jotta rehuviljaa ei kuivattaisi turhan takia.

Suurin osa lämminilmakuivauksen kustannuksista on kiinteitä, siis kuivurirakennuksesta ja -koneistosta johtuvia, joten uutta kuivaamo hankittaessa säästöjä kannattaa etsiä näistä. Kuivaamon katosta ja seinistä luopumalla ja tinkimällä varastosiilojen määrästä voidaan säästää jopa 35 % kuivaamon hankintahinnasta. Tällaisessa ratkaisussa kuitenkin käyttömukavuus kärsii, joten se ei sovellu kaikille viljelijöille. Lämminilmakuivauksen energiankulutusta voidaan pienentää ja kapasiteettia lisätä jonkin verran nostamalla kuivausilman lämpöä. Säästö vaikuttaa kuitenkin sen verran pieneltä, jotta muutos kannattaa usein tehdä vasta, kun kuivuriuuni tai koko kuivaamo vaihdetaan uuteen.

Keskitettyssä kuivauksessa viljankuivauksen tekee siihen erikoistunut yritys. Tällöin viljan kuivauksen ja usein myös markkinoinnin taloudellinen riski on kuivausyrittäjällä. Viljelijä saa viljastaan vastaavasti alemman hinnan. Toimivia esimerkkejä keskitetystä kuivauksesta on Suomessa alueilla, joilla on paljon lähekkäin suhteellisen pieniä rehuviljan viljelijöitä. Oleellista on, etteivät viljan kuljetusmatkat kuivaamolle ole liian pitkiä, joten tämäkään toimintamalli ei ole koko maan ratkaisu.

## **Viljan hinnan ja laatuvaatimusten ristiriita**

Ehdotukset viljan korjuukustannusten alentamisesta ja toisaalta vaatimukset viljan laadun ylläpitämisestä – jopa nostamisesta, ovat ristiriidassa. Kun viljaa on käsiteltävä entistä suurempina erinä, laadultaan erilaisia eriä ei enää voida pitää samalla tavoin erillään kuin ennen. Käsittely ja varastointi pieninä erinä on kiistatta kalliimpaa kuin suurina. Ajallisuuskustannus on alentunut, ja siksi on taloudellisesti järkevää lisätä kapasiteetin käyttöastetta. Korjuukausi pitenee, jolloin viimeiset erät ovat entistä kauemmin sään armoilla. Rehuviljaa viljelevien kannattaa vakavasti harkita tuoresäilöntävaihtoehtoja kuivauksen sijaan. Viljan alhainen hinta houkuttelee myös käyttämään viljaa energian tuotantoon, jos siten saa viljasta paremman korvauksen kuin toimittamalla sen kauppaan.

Vaikka monet asiat uhkaavat viljan laatua, on toisaalta tunnustettava, että hyvä laatu on myös viljelijän etu. Ei ole mitään järkeä tuottaa viljaa, jota ei kukaan halua ostaa. Huono laatu voi johtaa siihen, että viljan käyttäjien kiinnostus ostaa kotimaista viljaa hiipuu. Voiko ongelmaan olla muuta ratkaisua, kuin entistäkin jyrkempi laadun hintaporrastus?

## **Erikoisalana rehuviljan tuotanto**

Rehuviljan viljelyllä ei ole samaa statusarvoa kuin leipäviljan tai mallasohran viljelyllä. Viljanviljelijät valitsevat lajikkeet ja viljelymenetelmät yleensä siten, että tähtäimenä on rehuviljaa arvostetumpi ja myös jonkin verran arvokkaampi lopputuote. Jos tavoitteeseen ei päästä, vilja myydään rehuksi. Koska rehuviljan tuotannossa onnistumista mitataan osin eri kriteereillä kuin leipäviljan tai mallasohran tuotannossa, rehun tehokas ja taloudellinen tuottaminen on jäänyt taka-alalle. Jos vilja säilöittäisiin esimerkiksi murskesäilöntämenetelmää käyttäen, voitaisiin käyttää satoisimpia, myöhäisiä lajikkeita, koska vilja pitää puida kosteana. Puintiin voisi käyttää erinomaisesti tehokasta vuokrapuimuria, koska säilönnän vastaanottokapasiteetti on helppo saada vastaamaan korjuukapasiteettia. Myös ruokintaketju on mahdollista rakentaa automaattiseksi nykyisellä tekniikalla, kun käytetään jyväsäilöttyä tai ilmatiiviisti säilöttyä viljaa. Murskesäilötty vilja soveltuu puolestaan hyvin aperuokintaan.

Jotta rehuviljan tuoresäilöntämenetelmät voisivat yleistyä, viljan varastointiin tarvittavien sillojen rakentamiseen ja murskemyllyjen hankintaan pitäisi myöntää vastaavia investointitukia, kuin on myönnetty kuivureiden rakentamiseen. Tuki pitäisi mahdollisesti ulottaa jopa liemiruokintalaitteisiin tai apevaunuihin, koska säilöntätavan muutos vaikuttaa myös ruokintamenetelmään. Tukia pitäisi myöntää myös viljajaloille, jotka myyvät tuottamansa viljan rehuksi karjajaloille. Investointitukien myöntäminen pelkästään lämminilmakuivureiden rakentamiseen pitää yllä käsitystä, että vain kuivaaminen olisi hyväksyttävä ja kannatettava viljan säilöntätapa. Lisäksi rehuviljan tuotannon sopimustoimintaa olisi kehitettävä.

## **Aktiivinen kustannusseuranta – joutokäynti pois**

Vielä jokin vuosi sitten oli selvästi nähtävissä, miten suomalainen ja ruotsalainen kustannustietoisuus eroavat toisistaan. Suomessa Käytännön Maamies -lehti järjesti viljelykilpailuja, joissa ratkaisi vain sadon määrä. Ruotsissa Lantmannen-lehdessä oli itsestään selvää suhteuttaa sadon määrä tuotantokustannuksiin. Onneksi ruotsalainen ajattelu on nyt rantautunut myös Suomeen. Voittajalta edellytetään hyvää kustannustietoisuutta, kykyä huolehtia maan kasvukunnosta ja viljelytekniikkakin pitää hallita.

Ruotsalaiset osaavat esittää myös täsmällisesti lukuina, kuinka paljon tuotantoon voi olla sidottu pääomaa (kruunua/ha) ja kuinka paljon voidaan tehdä työtä, että vehnäkilon tuottaminen olisi taloudellisesti kannattavaa. Vaikka laskelma olisi teoreettinenkin, se toimii kuitenkin mittapuuna, johon viljelijä voisi suhteuttaa omat investointinsa. Kirjanpitoilaineistoa pitäisi hyödyntää siten, että sieltä poimitaan tilat, jotka pystyvät tuottamaan viljaa selvästi alle keskimääräisten kustannusten. Näitä tiloja tutkimalla on varmasti löydettävissä yhteisiä tekijöitä, jotka voivat toimia esimerkkinä muille.

Suomalaista maataloutta moitittiin takavuosina yli-investoinnista ja tutkimuksissa todettiin koneiden käyttömäärät alhaisiksi. Nyt olisi sopiva aika selvittää, onko viljan hinnan lasku ja ajallisuuskustannuksen pieneneminen realisoitunut parempana kapasiteetin käyttöasteena. Tilakoon kasvun pitäisi vaikuttaa samaan suuntaan kuin ajallisuuskustannuksen aleneminekin. Onko löysät jo karsittu pois ja voidaanko puheet joutokäynnistä lopettaa?

## **Kirjallisuus**

Suomi, P., Lötjönen, T., Mikkola, H., Kirkkari, A., Palva, R. 2003. Viljan korjuu ja varastointi laajenevalla viljatilalla. Maa- ja elintarviketalous 31. Helsinki. 100 s + liitteet. ISBN 951-729797-1

Haapala, H., Lötjönen, T., Mikkola, H., Aho, J., Sarin, H., Kivinen, T., Alakomi, T. 2001. Viljasadon korjuu ja varastointi. Vakolan tutkimusselostus 78. Vihti: MTT. 63 s.

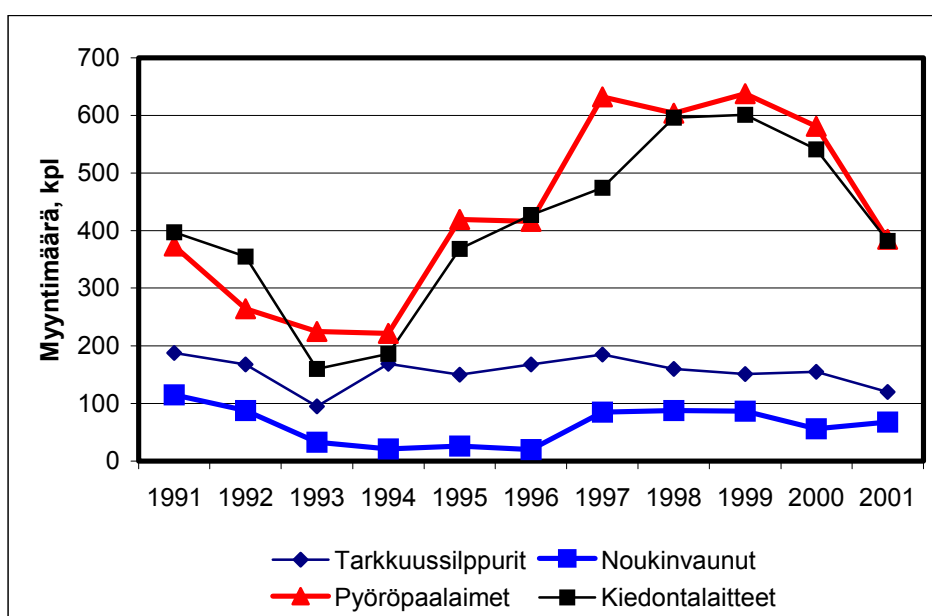
Palva, R. & Siljander-Rasi, H. 2003. Kuivaamaton ohra lihasikojen ruokinnassa - toimiva ketju siilosta ruokintaan. Työtehoseuran maataloustiedote 553. Helsinki: TTS. 6 s.

## Esikuivatun nurmirehun korjuuketjut

tutkija Antti Suokannas, MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola)

Nurmirehut korjataan pääasiassa tuore- tai esikuivattuna säilörehuna. Esikuivatun rehun korjuu yleistyy tilakoon kasvaessa, isolla tiloilla lähes kaikki karkearehu korjataan esikuivattuna. Säilörehun esikuivauksen tavoitteena on vähentää kasvustossa olevan veden aiheuttamia haittoja korjuun, varastoinnin ja ruokinnan aikana. Puristenesteen erittyminen loppuu 28–30 %:n kuiva-ainepitoisuudessa, joten sen talteenotto ja levitystyö voidaan esikuivauksella useimmiten välttää.

Isoilla tiloilla tarkkuussilppureiden ja noukinvaunujen käyttö rehunkorjuussa yleistyy. Kaikkia tiloja tarkasteltaessa noukinvaunujen osuus on vähäinen, silppurikorjuun hallitseva. Pyöröpaalausmenetelmä on erityisesti urakoitsijoiden suosiossa. Vaikka yksittäisten pyöröpaalainten ja kiedontalaitteiden myyntimäärät ovat pudonneet lähes puoleen huippuvuosista (1997–1999), oli pyöröpaalain-kiedontayhdistelmien myyntimäärä v. 2001 peräti 48 kappaletta.



Kuva 1. Uusien rehunkorjuukoneiden myynti Suomessa 1991–2001.

Maailmalla myydään yhä enemmän suuria rehunkorjuukoneita, sitä vastoin yksittäisten konetyyppien myyntimäärät ovat laskeneet viimeisen kymmenen vuoden aikana (taulukko 1). Ainoastaan ajettavien tarkkuussilppureiden ja isojen kantipaalaimien myynti on kasvanut.

Taulukko 1. Korjuukoneiden maailmanlaajuinen myynti (Muck ja Shinnars 2001).

Konetyyppi	1990	1995	2000
Hinattavat tarkkuussilppurit	7000	4000	3500
Ajettavat tarkkuussilppurit	1800	2200	2500
Isot pyöröpaalaimet	36000	33000	26000
Perinteiset kovapaalaimet	18000	7200	5800
Suurpaalaimet	2000	2800	3400

## Tyypillinen koneketju

### Tarkkuussilppurimetelmä

Traktorikäyttöisten tarkkuussilppureiden nimellinen työntuotos on silppurin koon, silputtavan massan ja traktoritehon mukaan 20–40 tonnia tunnissa. Käytännössä saavutetut työntuotokset ovat n. 1-1,5 ha/h. Traktorin voimanottoakselin tehon tarve on silppurin koosta riippuen 40–100 kW.

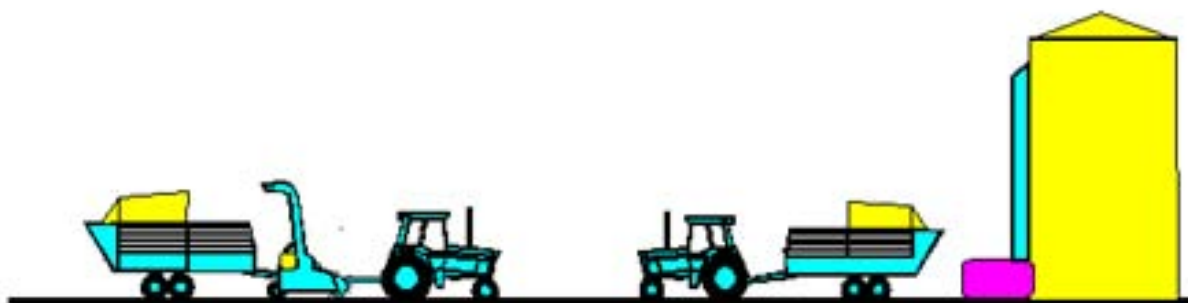
Kolme henkilöä, kolme traktoria, kaksi tai kolme perävaunua, hinattava tarkkuussilppuri, etukuormain ja auma/laakasiilo muodostavat useimmissa tilanteissa tehokkaasti toimivan korjuuketjun (kuva 2).



Kuva 2. Kolmen henkilön ja traktorin esikuivatun rehun tarkkuussilppuriketju, varastona auma tai laakasiilo. Kuva: Esa Klemola, TTS.

Kuvan 2 ketjussa tarvitaan kaikille kolmelle traktorille oma kuljettajansa rinnakkaisen työskentelyn mahdollistamiseksi. Tällöin työ vaatii paljon resursseja, mutta myös työn sujavuus ja nopeus ovat korkeaa luokkaa.

Toinen tapa toteuttaa tarkkuussilppuriketju on esitetty kuvassa 3. Kokonaisuuteen kuuluu kaksi traktoria, kaksi rehulaidallista perävaunua, hinattava tarkkuussilppuri ja tornisiilo, jossa täyttöpöytä-lietso-täyttöpurkain –yhdistelmä.



Kuva 3. Tarkkuussilppuriketju, jossa rehu varastoidaan tornisiiloon. Kuva: Esa Klemola, TTS.

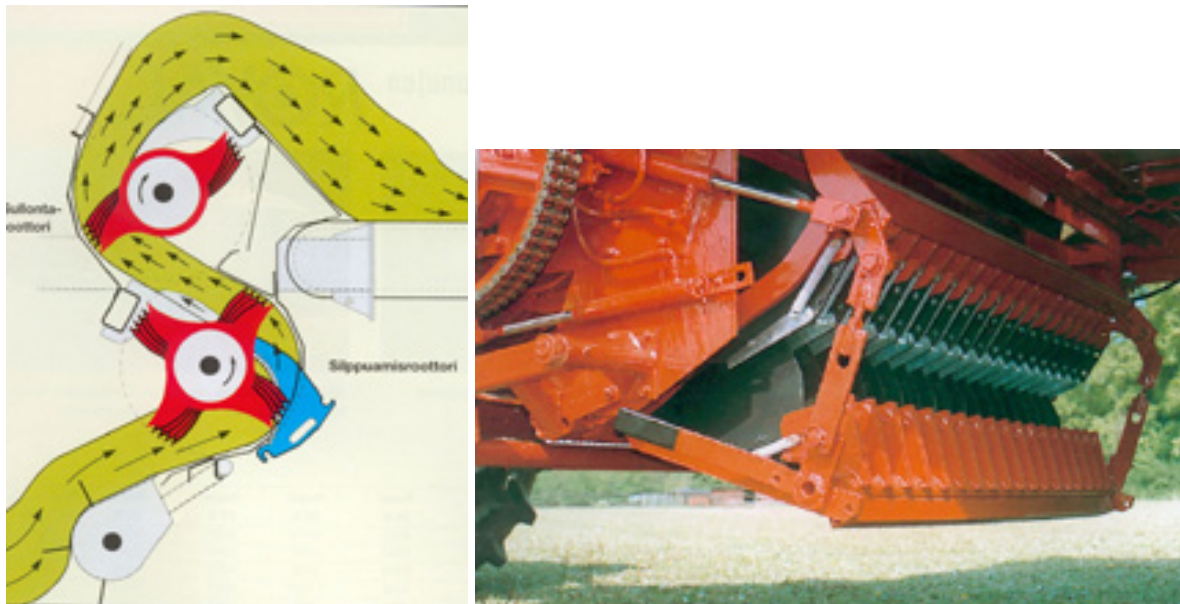
## Noukinvaunumenetelmä

Noukinvaunu ei varsinaisesti silppua rehua, vaan se paremminkin katkoo rehun pätkiksi, joiden pituus määräytyy koneeseen asennettujen vastaterien lukumäärän mukaan. Siksi noukinvaunun tekemä silppu ei ole laadultaan yhtä hyvää kuin silppurilla korjatun rehun silppu.



Kuva 4. Esikuivatun rehun korjuu noukinvaunulla aumaan, laaka- tai tornisiiloon. Kuva: Esa Kle-mola, TTS.

Silpun tiivistykseen vaunussa ja purkamiseen siilolla ovat kaksi- tai kolmiketjuiset kolakul-jettimet vaunun pohjassa. Noukinvaunujen tehokkuusvaatimusten myötä vaunujen koko on kasvanut ja isoimmissa vaunuissa tilavuus on yli 50 m<sup>3</sup> (DIN 11741 –tilavuus kertoo lavan mittojen mukaan lasketun tilavuuden). Tällöin akseleita vaunussa on kolme kappaletta ja etu- ja taka-akselin pyörät ovat ohjattavia.



Kuva 5. Noukinvaunun silppuamis- ja sullontalaitteet.

## Pyöröpaalainmenetelmä

Pyöröpaalattujen rehupaalien yleinen varastointipaikka on kyseisen pellon laidassa. Eri paalainten tekemien paalien koko vaihtelee yhden metrin levyisistä aina 1,5 metriä leveisiin ja 0,4 metriä halkaisijaltaan olevista paaleista aina 1,8 metrisiin paaleihin. Säilörehun tekoon suositeltavin paalikoko on 1,2 \* 1,2 m, joka painaa noin 650 kg 30 %:n kuiva-ainepitoisuudessa. Muuttuvakammioisen pyöröpaalaimen etu kiinteäkammioiseen verrattuna on, että samalla koneella voidaan paalata halkaisijaltaan eri kokoisia paaleja eri käyttötarkoituksiin. Muuttuvakammioinen paalain aikaansaa myös ytimestään saakka tiukan

paalin, jolloin sen tilavuuspaino on korkeampi kuin kiinteäkammioisella tehdyn paalin. Koska pyöröpaalirehun esikuivaustavoitteeksi suositellaan rehun 30-45 %:n kuiva-ainepitoisuutta, menetelmään sisältyy melko suuri säärisä (Heikkilä ym. 2002).

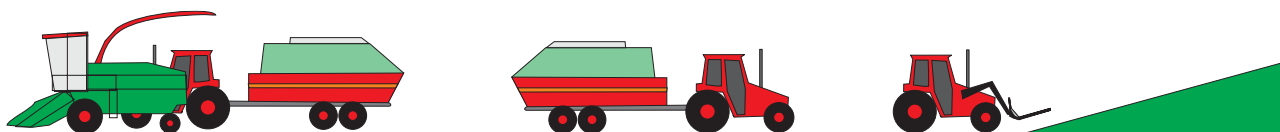


Kuva 6. Esikuivatun säilörehun korjuuketju pyöröpaalaimella. Kuva: Esa Klemola, TTS.

Kiedontalaitteita on sekä traktorin nostolaitteisiin kytkettäviä että hinattavia malleja. Viime vuosina on markkinoille tullut myös ns. kombikoneita, joissa paalaimen runkoon on liitetty kiedontalaite. Niissä valmis paali kiedotaan välittömästi, kun se tulee paalikammioista ulos. Uutuutena on silppuava paalain, jonka kammiossa paali kiedotaan. Kiedonta kestää noin 20 sekuntia, joten paalaus keskeytyy vain hyvin lyhyeksi ajaksi. Edellä mainitun koneen etuna kombikoneisiin verrattuna on pienempi koko ja keveys.

## Urakointiketjut

### Ajettavat koneet



Kuva 7. Ajettava tarkkuussilppuri, vähintään kahdet rehuvarusteiset perävaunut ja varastointi aumaan tai laakasiiloon. Kuva: Kaija Laaksonen, TTS.

Ajettavien tarkkuussilppureiden moottoritehot vaihtelevat 300–780 hevosvoimaan merkistä ja mallista riippuen. Ajettavissa koneissa on mahdollista vaihtaa noukkimen tilalle suoraan kasvustoa (esim. kokoviljaa tai maissia) niittävä leikkuulaite. Ajettava tarkkuussilppurimenetelmä on rehunkorjuun urakointiin tai todella ison karjatilan omaan käyttöön taloudellisesti sopiva vaihtoehto.

Ajettavat tarkkuussilppurit ovat yleensä rumpuhakkuritekniikkaan perustuvia koneita. Rehun korjuu ajettavalla tarkkuussilppurilla (kuva 7) on erittäin tehokasta, mikäli kuljetus ja rehun vastaanotto siilolla on organisoitu asianmukaisesti.



## Suurpaalaimet eli kanttipaalaimet

Suurpaalaimen noukin, sullojat ja silppurilaitte ovat vastaavia kuin pyöröpaalaimissa, mutta järeämpiä. Paalikanavan poikkileikkaus on 50–70 x 80–120 cm. Paalin pituus voidaan säätää alle 100 cm:stä jopa 250 cm:iin.



Kuva 8. Suurpaalaimen tehokas käyttö edellyttää niittokarhojen yhdistämistä joko niittovaiheessa tai juuri ennen paalausta tehtävällä karhotuksella. Kuva: Kaija Laaksonen, TTS.

Kanttipaalien kiedontaan on olemassa siihen soveltuvia kiedontalaitteita, jotka toimintaperiaatteeltaan ovat lähellä pyöröpaalien kiedontalaitteita. Kanttipaalien kiedonnassa ongelmaksi muodostuu paalin kulmat, joissa muovi rikkoutuu helposti.

## Rehunkorjuutekniikan kehitysnäkymät

### Esikuivaus

Tavallisesti kasvusto murskataan niiton yhteydessä kela-tyyppisellä murskaimella, jossa on vapaasti kääntyvät teräksiset tai muoviset murskainvarstat. Kelamurskain aiheuttaa palkokasveilla liian suuret lehtiosan varisemistappiot, minkä johdosta palkokasveille suositellaan terästeloja, joissa on kumipinnat ja jotka litistävät korsifraktion.

Viimeisen reilun 15 vuoden aikana erityisesti voimakasta murskauskäsittelyä on tutkittu tavoitteena kasvin vahapinnan aiempaa voimakkaampi käsittely. Viimeisenä kehityssuuntana on tehomurskain, jossa on useita puristavia teloja, jolloin nurmikasvin korsi murskautuu aiempaa enemmän ja silloin edellytykset nopeaan kuivumiseen ovat paremmat. Kuivumisnopeuteen olosuhteiden lisäksi vaikuttaa käytetty puristusvoimaa. Suurempi puristusvoima lisää kuitenkin tehontarvetta, hidastaa massavirtaa koneen läpi ja lisää tukkeutumisen riskiä.

### Silppuaminen

Lähitulevaisuuden silppureissa mitataan sadon määrää ja laatua silppuamisen aikana. Ensimmäisenä tulee jatkuva tuoreen sadon mittaaminen. Massavirran mittaamiseen silppurissa on kaksi tekniikkaa, mitataan potentiometriä avulla syöttörullien siirtymää ja sadon vaikutusta niittolaitteeseen tai silppuavaan kelaan/rumpuun (Shinners ja Barnett 1998; Savoie ym. 2000). Tutkimuksin pyritään myös selvittämään rehun kosteuden mittausta kapasitiivista ja lähes infrapunaheijastusanturia (NIR) käyttäen. Lopulta voi olla mahdollista, että NIR-tekniikalla määritetään rehun laatu korjuussa, nythän kyseistä tekniikkaa käytetään rehun laboratorioanalyysissä. Alustavat kokeet NIR-tekniikan käytöstä silppurissa ovat lupaavia ennustettaessa rehun kosteutta, raakavalkuaista ja vesiliukoisia hiilihydraatteja (Paul ja Häusler 2002).

Tulevaisuuden täsmäviljelyssä viljelijän on mahdollista säätää lannoitemäärä karhon satojakauman mukaan. Lisäksi sadon määrän ja laadun määrittäminen voivat tuoda hyötyä rehun säilöntään. Jatkuva sadonmittaus korjuukoneessa mahdollistaa säilöntäaineen tarkemman levityksen rehuun. Säilöntäainetta menee rehuun sen mukaan, mikä on rehun massavirta koneen läpi. Massavirta voi vaihdella sadon määrästä ja ajonopeudesta riippuen.

## **Paalirehu**

Pyöröpaalimenetelmään on tullut uusia konevaihtoehtoja. 1980-luvulla paalit varastoitiin muovisäkkeihin, mikä johti helposti rehun pilaantumiseen. Noin 15 vuotta sitten paalien kiedontalaitteen kehittäminen edesauttoi paalirehun korjuuta ratkaisevasti. Kiedontalaitteella kiedotaan 6–8 kerrosta muovia (paksuus 0.025 mm) paalin ympärille, ja laminoitunut muovikalvo tarjoaa paalissa kohtuullisen anaerobisen ympäristön. Ongelmaksi voi muodostua mahdolliset muoviin syntyvät reiät.

Paalirehu on useimmissa tapauksissa hyvää, mutta menetelmään liittyy omat riskinsä. Rehun alhainen tiheys ja pitkät partikkelit paalissa eivät fermentoidu yhtä hyvin kuin silputtu rehu.

Paalirehun korsien suuri pituusvaihtelu aiheuttaa ongelmia automaattisten ruokintalaitteiden toiminnassa. Yksittäisesti kiedotuissa paaleissa on paljon muovia rehutonnin kohti verrattuna muihin menetelmävaihtoehtoihin.

Rehunkorjuuteknologian kehitysaskelena esiteltiin noin 10 vuotta sitten silppuamislaitte paalaimen. Tällöin teoreettinen silpun pituus oli 75–100 mm eli samaa luokkaa kuin noukinvaunuissa. Tämän päivän sekä pyörö- että kanttipaalaimilla on mahdollista päästä 40–50 mm:n teoreettiseen silpun pituuteen. Silppuavien vastaterien määrän kasvaessa silpusta tulee yhä tasamittaisempaa. Samalla rehun tiheys kasvaa, käymisedellytykset paranevat ja rehun käsittely ruokinnassa helpottuu. Paalauksessa silppuaminen lisää hiukan säilörehun varisemistappioita.

Viimeisin kehitys tekniikassa on johtanut paalaimen ja käärittämisen yhdistämiseen samassa koneessa. Riskinä paaleja pellolla käärittäessä on muovin rikkoontuminen paalien siirrossa pellolta varastopaikalle. Paalien keruuseen pellolta on olemassa itselastaavia keruuvaunuja, joilla paalit voi siirtää varastopaikalle. Kuljetusmatkan ollessa 250 m työnkäyttö paalien kuormaukseen, kuljetukseen ja purkuun viisi paalia kerralla vievällä vaunulla on 40 % siitä, mitä yksittäisten paalien kuljetukseen kuluu aikaa (Forristal ja O’Kiely 1999). Kuljetus-  
etäisyyden kasvaessa etu itselastaavan paalivaunun käytölle paranee entisestään.

## Kirjallisuus

- Forristal, P.D. & O'kiely, P. 1999. Improved technologies for baled silage. Annual Research Report for the Crops Research Centre, Teagasc, Oak Park, Carlow, Ireland, p. 89.
- Heikkilä, T., Jaakkola, S., Saarisalo, E., Suokannas, A., Helminen, J. 2002. Kuivatusajan, säilöntäaineen ja muovikerrosten vaikutus pyöröpaalisäilörehun laatuun. In: toim. Marketta Rinne. Maataloustieteen Päivät 2002: Kotieläintiede, 9.-10.1.2002 Viikki, Helsinki. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 977: p. 66-70. (Esiteelmä).
- Konemyyntitilasto. MTT Maatalousteknologian tutkimus. Maatalous- ja metsäkoneiden myynti 1992–2001.
- Paul, C. & Häusler, A. 2002. Developing the NIRS harvest line concept for forage trials. In: Durand, J., Emile, J., Huyghe, C. & Lemaire, G. (eds) Multi-functions Grasslands, Proc. 19<sup>th</sup> Gen. Meeting European Grassland Federation. Pp. 464-465.
- Savoie, P., Lemire, P. & Theriault, R. 2000. Evaluation of five sensors to estimate grass throughput in a forage harvester. ASAE Paper 001124. St. Joseph, MI: ASAE.
- Shinners, K.J. & Barnett, N.G. 1998. Analyses of systems to measure mass-flow-rate and moisture on a forage harvester. ASAE Paper 981118. St. Joseph, MI: ASAE.
- Snell, H.G.J., Oberndorfer, C., Kutz, A., Lucke, W. & Van Den Weghe, H. 2001. A system for testing plastic films for bunker silage preservation – design and preliminary findings. J. agric. Engin. Res. 79(1):37-45.

# **Teknologia, tieto ja maatalan johtaminen – haaste sekä tutkijalle että viljelijälle**

*vanhempi tutkija Juha Suutarinen, MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola)*

## **Johdanto**

Tämän katsauksen tarkoituksena on hahmottaa maatalouden osin nopeasti kehittyvän teknologian ja toimintaympäristön asettamia haasteita sekä viljelijän että tutkimuksen näkökulmista. Erityisesti pyrin tuomaan esille maatalan hoidon, tiedonhallinnan ja niin sanotun uuden teknologian yhteydet. Koska tutkimustyömme on tällä alueella vasta alkamassa, eikä varsinaisia tutkimustuloksia ole käytettävissä, keskityn tässä kuvaamaan otsikon aihepiiriin ongelmia, tutkimushaasteita ja ratkaisusuuntia.

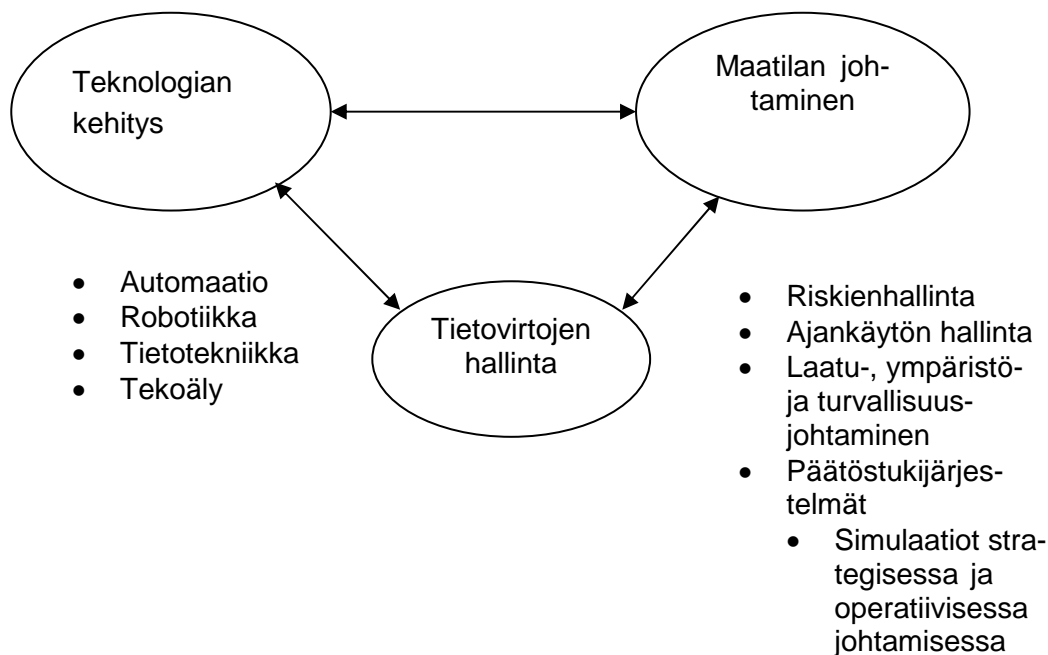
## **Mikä yhdistää teknologiaa, tietoa ja johtamista?**

Tarkoituksenmukainen maatalousteknologia tehostaa ihmistyötä tai vapauttaa viljelijän kokonaan jonkun työvaiheen fyysisestä suorituksesta. Näin vapautunut aika voidaan hyödyntää tuottavuudeltaan parempaan työhön, tilan johtamisen "aivotyöhön", esimerkiksi suunnitteluun ja seurantaan. Tämä johtamistyö on oleellisesti tiedonkäsittelyä. Tieto voidaan nähdä tuotantopanoksena, jonka päämääränä on vähentää päätöksentekijän epävarmuutta (Wolf ym. 2001).

Päätökset perustuvat tavalla tai toisella hankittuun ja saatavilla olevaan tietoon asioiden tilasta. Uusi tietotekniikka ja elektroniikka sekä koneisiin ja laitteisiin integroituneena että erikseen (mm. langattomat viestimet, tietokoneet, internet) merkitsee muutosta maatalan tiedonkäsittelyyn ja johtamiseen. Muutos korostuu, koska maatalous on entistä säädellympää, mutta toisaalta myös ammattimaisempaa, jolloin elinkelpoiseen tuotantotapaan liittyy paitsi kasvava tuotantoon liittyvä tiedon tarve, myös yhteiskunnan asettaman sääntelyn hallitseminen.

Kehittyvä teknologia sekä maataloudessa että yhteiskunnassa yleensä tuottaa uutta tietoa ja sellaisessa mittakaavassa, että sen hallitseminen ilman tietotekniikan apua on vaikeaa. Niinpä myös johtamisen on kehityttävä siten, että aikaisemman enemmän omaan kokemukseen ja intuitioon perustuvan tilanhoidon täydennykseksi tai sijaan on otettava kvantitatiivinen, tietoon perustuva johtamistapa. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotannossa, tietovirtojen hallinnassa ja päätöksenteossa on hyödynnettävä johtamiseen ja tiedonhallintaan kehitettävää uutta teknologiaa.

Kuvassa 1 on esitetty joitakin esimerkkejä kehittyvän teknologian osa-alueista, maatalan johtamisen tehtävistä ja menetelmistä sekä teknologian ja johtamisen yhteydestä tietovirtojen hallinnassa. Kehityskulku näyttää selvältä, mutta onko siihen sopeutuminen tehty niin kivuttomaksi kuin mahdollista?



Kuva 1. Johtaminen on tietovirtojen hallintaa. Kehittyvä teknologia tuottaa uutta ja tarkempaa informaatiota päätöksenteon pohjaksi ja avustaa päätöksenteossa samalla kun se vapauttaa työn fyysisestä suorituksesta (Suutarinen 2001).

### Missä on ongelma?

Maatilojen johtamisen kehittäminen on tarpeen. Tuotannon eettisyydelle, kestävyydelle ja kannattavuudelle esitetyt haasteet ovat lisänneet nopeasti maatilayrityksenkin johtamiselle asetettavia vaatimuksia. Esimerkiksi elintarvikkeiden ja tuotannon laatuksymykset ruuan terveellisuuden ja ympäristökuormituksen suhteen ovat lisänneet viljelijöiden työtaakkaa ja kasvattaneet viljelijöiden ammattitaitovaatimuksia tiedonhallinnan ja yleensä johtamisen kentällä. Taloushallinto tukiviidakkoinen on toinen esimerkki maatalan johtamisen osa-alueesta, joka kuormittaa viljelijä-yrittäjää nykyään aivan eri tavalla kuin vielä kymmenen vuotta sitten.

Elintarvikeklusterin laatuselvityksessä (Silén 2001) todettiin, että maatilojen laatuksitys on pinnallinen ja kapea-alainen. Lisäksi laatu työ on vasta alussa (Rikkinen 2000). Tuotanto- ja johtamismenetelmien kehittämisessä olisi pidettävä mukana kestävä kehityksen tavoitteet. Tuotantotavat ja –menetelmät luovat perustan kestävyydelle, ja kerran luoduilla toimintatavoilla on pitkäaikaiset vaikutukset. Taloudellisten ja ekologisten ulottuvuuksien lisäksi on muistettava sosiaalinen kestävyys. Suomen työikäisestä väestöstä vakavin työttömyys on todettu maa- ja metsätaloudessa (Kalimo ja Toppinen 1997). Tämä kertoo siitä, että maatilayrittämisen vaatimukset ovat usein liian suuret viljelijöiden edellytyksiin nähden. Yli 44 % maatilayrittäjistä totesi joutuvansa kiirehtimään melko usein tai hyvin usein saadakseen työn tehtyä (Piirainen ym. 2000).

Koska poliittiset vaikutusmahdollisuudet toimintaympäristön muuttamiseksi ovat rajalliset, on katse käännettävä yrittäjän toiminnanhallinnan parantamiseen. Käytettävyydeltään kaikille sopivat, helpot tiedonhallinnan ja tuotannonohjauksen keinot sekä välineet parantaisivat yrittäjän edellytyksiä yritystoiminnan hallitsemiseen, mikä parantaisi tuotannon kestävyttä. Erityisesti ajankäyttö ja sen hallinta näyttävät olevan keskeisiä haasteita.

Asiantuntija- ja päätöstukijärjestelmien käyttöönotto on ollut kuitenkin heikkoa maatilataloudella. Pääasiallinen este on ollut palvelunkehittäjien kyvyttömyys ymmärtää yhteisön sosiaalista, kulttuurista, psykologista ja liiketaloudellista haluttomuutta kokeilla uusia työkaluja (Öfversten ym. 1998). Järjestelmien joustavuus ja muuntuvuus loppukäyttäjän kannalta on edelleen saavuttamatta ja tietotekniikan käyttöönotto kangertelee (Jansson 2001). Merkittävimpiä esteitä uuden teknologian käyttöönotolle ovat puutteet viljelijöiden käyttötaitoissa, ohjelmien käytettävyysongelmat, puutteet teknologiassa ja infrastruktuurissa sekä taloudelliset tekijät eli koetaan, että saatavat hyödyt eivät kata kustannuksia (Gelb ym. 1999). Olisi myös tärkeä tunnistaa, millaisia riskejä integroituneet tietojärjestelmät voivat aiheuttaa. Huomiota tulisi kiinnittää tietoturvaan, käyttövarmuuteen sekä tietojen ja toiminnan oikeellisuuteen (Jansson ym. 2001).

Edellä viitattiin siihen, että viljelijät epäilevät tietotekniikkainvestointien hyötyjä. Seuraavat ulkomaiset laskelmat kuitenkin osoittavat varsin huomattavia tuottoja investointeille uuteen teknologiaan. Johtamisjärjestelmän kustannukset tuottajalle, joka käyttää keskitettyä tiedonkäsittelyä, ovat \$9-\$18 lehmää kohti vuodessa. Investointien palautuminen oli 52–205 % karjatilalla (Tomaszevski ym. 1997). Toisena vuonna johdon tietojärjestelmän (MIS, Management Information System) käyttöönotosta, keskimääräinen tuotos MIS-tiloilla kasvoi 0,56 porsasta emakkoa kohti vuodessa (\$15–\$17 /emakko/vuosi) (Verstegen & Huirne 2001). Investointien palautuminen oli 220–348 % sikatiloilla Tomaszevskin ja muiden (1997) mukaan.

Varauksiakin tietotekniikan hyödyistä on esitetty. Jansson (2001) on esittänyt, että vaikka tietotekniikan hyväksikäyttö toisikin yrityksille säästöjä ja tehokkuutta, sen vaatimat investoinnit voivat kasvaa. Kuhlmann ja Brodersen (2001) esittävät, että sellaiset mallit, joissa on monimutkaisia tietokantoja, eivät ole viljelijöille tärkeitä. Tulevaisuudessa maatilatalouden päätöksentekijöiden koulutus ja tähän tarkoitukseen muokatut kaupallisesti käyttökelpoiset välineet voisivat olla korkeassa kurssissa. Viljelijän ongelmana on tässä tilanteessa löytää tilalleen sopivat tietotekniset ratkaisut ja järjestelmät. Toimivan järjestelmän luominen saattaa kuitenkin olla ylivoimainen tehtävä.

## **Ratkaisut ja johtopäätökset**

Maatalouden elinkelpoisuuden turvaaminen ja laatustrategian toteutuminen edellyttävät, että myös maaseutuyritysten johtamista ja tietohallintoa tuetaan. Tällä hetkellä kehityksestä vastaavat keskenään usein yhteen sopimattomia tiedonhallinnan osaratkaisuja tuottavat ohjelmisto- ja laitevalmistajat. Myös toiminnanhallintajärjestelmiä (johtamisjärjestelmiä) on valittavana lukuisia, esimerkiksi laatujohtaminen, ympäristöjohtaminen ja turvallisuus-

johtaminen. Vallitsevana paradigmana on edellä mainittujen ja mahdollisesti muidenkin johtamisjärjestelmien ja teorioiden yhdistäminen. Yrittäjän kuormitus ja työmäärä kasvavat näiden osien yritystason yhteensovittamisessa verrattuna tilanteeseen, jossa käytössä olisi yhdistetty, kokonaisvaltainen yritystason management-konsepti, jossa tietojohdaminen on otettu huomioon.

Näiden aineettomien työkalujen kehittäminen liittyy niiden teknisten sovellusalustojen kehitykseen. Kuten tuotantotoiminnan aineellisten prosessien kohdalla on voitu tehokkuutta ja tuottavuutta kasvattaa ja yrittäjän kuormittumista suhteellisesti pienentää koneellistamisella ja automatisoinnilla, täytyisi sama tehdä tietovirtojen käsittelylle. Tiedonhallinnan koneellistamista on tietokoneen käyttöönotto tietovirtojen mediana ja tallentajana. Automatisointia olisi päätöstukiohjelmistojen ja tekoälyn hyödyntäminen niin, että yrittäjälle jäävät lähinnä vain strategiset päätökset: valintojen tekeminen simuloituista vaihtoehtoista.

Viilijöiden ajankäyttö on kausiluonteista ja epäsäännöllistä. Korkea johtamisteknologia, kuten tietokoneet ja ohjelmistot, eivät ole jatkuvassa käytössä ja käyttö tauon jälkeen vaatii uudelleen opettelua ja aikaa. Johtamistyökalun täytyy olla sellainen, että viljelijä oppii käyttämään sitä viidessätoista minuutissa. Ohjelman pitää olla helppo, intuitiivinen, miellyttävä käyttää sekä visuaalinen (Lay 1997). Sama vaatimus voidaan esittää korostettuna maatalouskoneiden ja laitteiden käyttäjäliittymien käytettävyydelle.

Jos maatiloiden toimintatavat – mm. riskienhallinta – halutaan kehittää laadultaan ja tehokkuudeltaan samalle tasolle kuin tuotantotoiminnassa parhaimmillaan ja toteuttaa tuotanto kestävästi myös sosiaalisesta näkökulmasta, tarvitaan tutkimusta siitä, mitkä ovat maatiloiden johtamisen ja tietohallinnon käytännöt, perusongelmat ja tarpeet.

Teknisten tiedonsiirto- ja -käsittelyvälineiden ja niihin liittyvien ohjelmistojen yhtäaikaiseksi kehittämiseksi maatiloiden sovelluksiin tarvitaan tutkimusta maatiloiden tietojenkäsittelyn ja toiminnan lähtökohdista ja tarpeista. Kiinnostuksen kohteena on varsinkin tiedonhallinnan tarpeiden priorisointi. Käyttäjälähtymiä on sekä koneissa ja laitteissa että mikrotietokoneissa. Tiedon siirto, esitystapa ja tiedon määrä sekä tiedon laatu eri tilanteissa tulisi selvittää, jotta viljelijöitä hyvin palvelevia toimintajärjestelmiä ja niiden tietoteknisiä osajärjestelmiä voidaan kehittää perustellusti. Tällä hetkellä markkinoilla olevat tiedonhallinnan osaratkaisut tukevat harvoin toisiaan, jolloin toimivan tietojohdamisen kokonaisuuden luominen maatilalle voi olla vaikeaa ja huonosti toimivan järjestelmän käyttö aiheuttaa riskejä (esimerkiksi laatu ja työturvallisuus) ja turhaa kuormitusta. Tuotantojärjestelmän toteuttamisessa maatilalla ongelmana on usein ajan puute, niukkojen inhimillisten resurssien takia kehitystyö voi jäädä tekemättä (katso Rikkonen 2000). Tuotannonhallinnan tietotekniikkariippuvuuden riskit ja niiden hallinta maatioilla kaipaavat tutkimista.

Suomen maataloustuotannon ja maatiloiden tulevaisuuden kilpailukyky perustuu tietoon ja tietointensiivisyyteen. Tiedon tuottaminen ja käsittely on nykyään tiedon määristä johtuen hyvin välineellistynyttä, jolloin (maatalous)teknologian laatu on ratkaisevaa menestymisel-

le. Tiedon käsittelyssä on tietotekniikan lisäksi toinen oleellinen tuotannontekijä, ihminen, yrittäjä. Jos järjestelmiä suunnitellaan ilman, että ymmärretään miten ihminen kääntää tiedon tuotannoksi eettisesti kestäväällä tavalla, ollaan toteuttamassa lyhytnäköistä politiikkaa, joka ei ole kestävää kehitystä.

## Kirjallisuusluettelo

- Gelb, E., Schiefer, G., Parker, C. & Roskopf, K. 1999. Why is the IT adoption rate by farmers so slow? EFITA Papers no. 4. Summary of the EFITA '99 conference and discussion. Viitattu 12.09. 2003. Saatavissa internetistä: <http://www.efita.dk/papers/ep4/EfitaPaper-4.asp>.
- Piirainen, H., Elo, A.-L., Hirvonen, M. ym. 2000. Työ ja terveys – haastattelututkimus v. 2000. Taulukkoraportti. Helsinki. Työterveyslaitos. 25 s. + 131 taul.
- Jansson, K., Karvonen, I., Mattila, V., Nurmilaakso, J., Ollus, M., Salkari, I., Ali-Yrkkö, J. & Ylä-Anttila, P. 2001. Uuden tietotekniikan vaikutukset liiketoimintaan. Tekes Teknologia katsaus 111:60.
- Kalimo, R. & Toppinen, S. 1997. Työuupumus Suomen työikäisellä väestöllä. Helsinki. Työterveyslaitos. 63 s.
- Kuhlman, F. & Brodersen, C. 2001. Information technology and farm management: developments and perspectives. Computers and Electronics in Agriculture 30:71-83.
- Lay, J. K. 1997. Landmark. In: Kure, H, Thyssen I, & Kristensen A.R (eds.). EFITA Proceedings. First European Conference for Information Technology in Agriculture, Copenhagen, Denmark. s. 239-242.
- Rikonen, 2000. Toimintajärjestelmä maatilayrityksen kehittämisvälineenä. MTT:n julkaisusarja A 82:73. ISBN 951-729-584-7.
- Silén, T. 2001. Elintarvikeklusterin laatuselvitys. Maa- ja metsätalousministeriö. MMM:n julkaisuja 1. 84 s.
- Suutarinen, J. 2001. Managing rural SMEs; from mass flow into information flood. In: 1st International Joint Workshop on Rural Development Engineering: Technical problems and solutions in European Rural Development, 27. - 29. May 2001, Tampere, Finland. 6 p. Saatavissa internetistä: <http://www.pmkv.sci.fi/>.
- Tomaszewski M.A., Dijkhuizen, A. A., Hengeveld, A. G. & Wilmink, H. 1997. A Method to Quantify Effects Attributable to Management Information Systems in Livestock farming. In: Kure, H, Thyssen I, & Kristensen A.R (eds.). EFITA Proceedings. First European Conference for Information Technology in Agriculture, Copenhagen, Denmark 15-18 June. s. 183-188.
- Verstegen, J.A.A.M. & Huirne, R.B.M. 2001. The impact of farm management on value of management information systems. Computers and Electronics in Agriculture 30:51-69.
- Wolf, S., Just, D. & Zilberman, D. 2001. Between data and decisions: the organization of agricultural economic information system. Research Policy 30:121-141.
- Öfversten, J., Haavisto, P., Ramstadius, E. 1998. Internet for Agriculture in Finland. EFITA: Papers 1. Saatavissa internetistä: <http://www.efita.dk/papers/ep1/EfitaPaper-1.asp>



# Maataloustöiden tehokkuudessa parantamista

johtava tutkija Anna-Maija Kirkkari, Työtehoseura ry

## Tavoitteena alhaiset tuotantokustannukset

Suomalaisen maataloustuotannon rajoitteena ovat luonnonolosuhteet. Suomessa kasvukausi (= se osa vuotta, jolloin vuorokauden keskilämpötila on yli + 5 °C ) alkaa huhti - toukokuun vaihteessa ja päättyy lokakuussa kestäen pisimmillään 180 vuorokautta. Verrattaessa muun Euroopan kasvukausiin, meillä kasvukausi on 20-25 vuorokautta lyhyempi kuin Etelä-Ruotsissa ja 29-44 vuorokautta lyhyempi kuin Tanskassa (<http://www.agronet.fi>). Lyhyt kasvukausi vaikuttaa kasvilaji ja -lajikevalintoihin, runsassatoiset lajikkeet eivät ehdi tuleentua Suomessa ja keskisatomme ovat eteläisiä naapurimaitamme heikompia. Jotkut kasvilajikkeet eivät oloissamme menesty, esim. Tanskassa ja Saksassa suosittu runsasravinteinen ja -satoinen maissisäilörehu ei Suomessa ole mahdollinen kasvi kuin poikkeusoloissa (Jalonen 1998). Kun Työtehoseurassa ja MTT taloustutkimuksessa tehdyssä ”Suurten tuotantoyksiköiden merkitys, viljelykäytäntö ja työmenetelmät” -tutkimuksessa verrattiin suomalaisten kiinteiden kustannusten suhteellista osuutta tuotantokustannuksistamme esim. viljantuotannossa muihin EU-maihin, huomioitiin, että satotasomme (keskimäärin 3410 kg/ha) on noin kolmanneksen alhaisempi kuin EU:ssa keskimäärin (5070 kg/ha) (Faostat 1997). Tuotteesta saatavan hinnan ollessa sama pitäisi Suomen tuotantokustannusten olla vastaavasti alhaisemmat kuin EU:ssa keskimäärin (Remes et al. 2003). Lisäksi CAP-tuen perustuessa maiden keskisatoon Suomi joutuu myös tukien osalta epäedulliseen kilpailuasetelmaan ja se luo entistä enemmän paineita tuotantokustannusten alentamiseen. On siis huolehdittava yksikkökustannusten alenemisesta ja siitä, ettei satotasomme alene vaan mieluummin kohoa. Alhaisen satotasomme takia meidän tulisi olla jopa naapurimaitamme tehokkaampia, jos kilpailemme samasta tuotannosta.

## Keinoja kustannusjahtiin

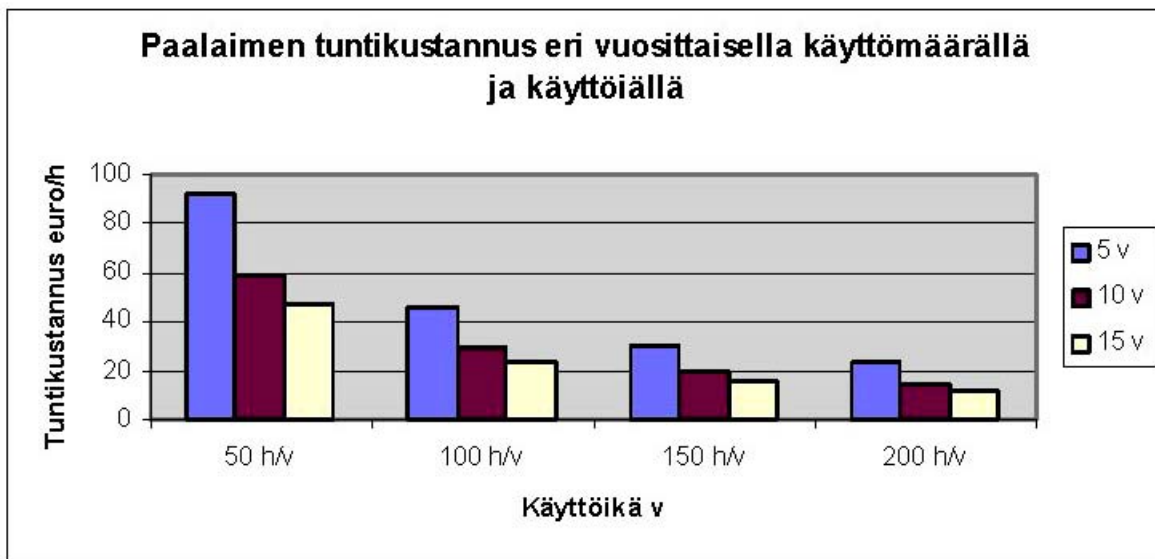
Miten sitten alhaisiin tuotantokustannuksiin päästään? Tarkoittaako tuotannon tehostuminen samalla myös kannattavuuden paranemista?

## Suurtuotannon edut

Maatilojen laajentumista on pidetty yhtenä keskeisenä keinona maataloustuotannon kannattavuutta parannettaessa. Vaikka suomalaisten tilojen keskikoko on kasvanut viime vuosina vauhdikkaasti, silti Suomen suuret tilat ovat yli puolta pienempiä kuin Saksan, Tanskan ja Ruotsin suuret tilat. Suurilla tiloilla suurtuotannon etuja onkin saatavissa kiinteiden kustannusten jakautuessa entistä suuremmalle tuotetulle määrälle. Tämä tietysti edellyttää, että tuotanto tehostuu pinta-alan tai eläinmäärän kasvaessa, sillä suurikaan tila ei takaa kannattavuutta. Suurilla tiloilla tuotanto on pääomavaltaista. Isojen tilojen tuotantoriskit ovat suuret, tilalla voi mennä hyvin, mutta esimerkiksi hintojen heilahtaessa tappiotkin voivat muodostua varsin suuriksi (Remes et al. 2003).

## Yhteistoiminta

Yksittäinen tila voi laajentua myös tekemällä yhteistyötä ja jakamalla sillä tavoin kustannuksia. Yksittäisen koneen kustannukset alenevat yhteistyössä lähes poikkeuksetta. Yksittäisen koneen käyttökustannuksia voi alentaa käyttämällä konetta paljon yhtenä vuotena tai sitten samaa konetta erittäin useita vuosia. Jälkimmäisessä vaihtoehdossa vaarana ovat korjauskustannuksien voimakas kasvu ja mahdollisesti vanhentuneen tekniikan aiheuttamat tuotantotappiot. Koneita on pyrittävä käyttämään niin paljon vuodessa, että se on taloudellisesti loppuun käytetty silloin, kun se on teknisesti vanhentunut (Laine 1996).



Kaavio 1. Koneen käyttömäärän lisääntyessä kustannukset alenevat lähes suoraviivaisesti. (mukaan Kirkkari et al. 1998)

Tilakohtaiset kustannusten säästöt ovat yksi merkittävä yhteistyön etu. Kustannusten jakautuminen useammalle tilalle ja useammalle tuotetulle yksikölle ovat juuri sitä tuotannon tehostumista, mitä maataloilta tällä hetkellä vaaditaan (Kaavio 1). Vaikka suomalaiset olosuhteet (sää, peltolohkojen koot, välimatkat yms.) aiheuttavat omat ongelmansa, tehostamisen varaa maataloustuotannossakin on. Yhteistyössä tehostuminen on mahdollista myös tavallisella perheviljelmällä.

Työtehoseurassa tehdyn tutkimuksen ”Maatilojen välisen tuotannollisen yhteistoiminnan kehittäminen ja analyysi” mukaan (Kirkkari et al. 1998) viljelijöiden tilaa kohden käyttämä rahamäärä investointeihin ei yhteistoiminnassa pienentynyt. Kun tilat yhdistävät voimansa ja investoivat yhdessä esim. uuteen koneeseen, pystytään yhdessä ostamaan uudempi, tehokkaampi ja ajanmukaisempi kone kuin yksin investoitaessa. Yhdellä koneella tehtävä työmäärä tietysti lisääntyy, mutta kustannukset jakaantuvat useammalle tuotetulle yksikölle ja tuotanto saattaa tehostua myös ajanmukaisemman menetelmän johdosta. Yhteistyössä voi myös yksittäisessä investoinnissa säästyä rahaa, jolloin rahaa jää tuotannon kehittämiseen jossain muulla alueella.

## Työn uudelleen organisointi

Työn tehostumista voi tapahtua huomattavasti järjestellessä työketjua uudelleen. Suorakylvöä voidaan pitää myös työn uudelleen organisoinnista hyvänä esimerkkinä. Työtehoseuran laskelmien mukaan suorakylvössä työtuotoksen kasvu perinteiseen menetelmään on reilusti yli 200 prosenttia (taulukko 1). Myös kustannukset alenevat suorakylvössä voimakkaasti edellyttäen, että vanhasta kalustosta luovutaan ja traktorikantaa vähennetään.

Taulukko 1. Suorakylvöllä (3 m) saavutettava työajan säästö verrattuna perinteiseen kylvöön = > 70 % (169 min/ha) ja kevennettyyn muokkaukseen => 51% (76 min/ha) (Lätti 2003b)

Viljelyketju	Suoritusajantyönmenekki min/ha	Suoritusajan työntuotos ha/h
Perinteinen kylvöketju 3 m kylvökoneella	241,8	0,25
Perinteinen kylvöketju 4 m kylvökoneella	222,4	0,27
Kevennetty muokkaus + kylvö 3 m	149,0	0,40
Kevennetty muokkaus + kylvö 4 m	125,0	0,48
Suorakylvö 3 m koneella	72,9	0,82
Suorakylvö 4 m koneella	58,8	1,02

Työtehoseuran tehtyjen laskelmien mukaan esimerkiksi kasvinsuojeluruiskutuksissa työ tehostuu huomattavasti viettäessä vesi erillisellä kuljetusvaunulla pellon reunaan (Pentti ja Peltonen 2003). Myös lietteen ajossa kuljetusvaunun käyttöä kannattaa harkita. Työn tehostumisen lisäksi lietteen erillisellä kuljetusvaunulla vähennetään maan tiivistymistä, koska kuljetusvaunua käytettäessä voidaan levityskaluston kokoa pienentää. Lisäksi kuljetusvaunu vähentää tilusteiden ja paikallisteiden likaantumista.

Totuttuja toimintatapoja kannattaa tarkkaan uudelleen harkita. Esimerkiksi suomalaisesta viljasta valtaosa käytetään rehuksi. Kuivaaminen 13-14 prosentin kosteuteen on ylivoimaisesti yleisin viljan säilöntätapa. Kuitenkin rehuviljan säilöntään löytyy myös halvempia ja tehokkaampia menetelmiä (Palva ja Siljander-Rasi 2003). Viljan tuoresäilöntämenetelmä voi Työtehoseurassa tehdyn ”*Kuivaamattoman viljan käyttö lihasikoja kasvattavalla tilalla*” tutkimuksen mukaan olla jopa yli 200 % halvempi menetelmä kuin viljan kuivaus. Tuoresäilöntä mahdollistaa myös korjuukauden paremman hyväksikäytön ja alentaa näin korjuukustannuksia.

## Teknologian hyväksikäyttö

Työketjujen suunnittelu ja erilaisten työn sujuvuutta estävien ”pullonkaulojen” tiedostaminen antaa mahdollisuuksia tehostaa toimintaa. Pienilläkin investoinneilla voidaan varsinkin maidontuotantotiloilla päästä merkittäviin työaikasäästöihin (taulukko 2). Koneellistaminen vaikuttaa myös työn rasittavuuteen, työturvallisuuteen, työssä viihtymiseen, karjanhoitajan terveyteen sekä eläinten terveyteen ja tuottavuuteen (Lätti 2003a).

Taulukko 2. Säilörehuruokinnan kokonaistyönmenekki (min/vrk) eri menetelmillä ja niiden vaikutus kokonaistyönmenekkiin vuositasolla (h/v) (Lätti 2003a)

Säilörehuruokinta <sup>1)</sup>	min/vrk	h/v <sup>2)</sup>	min/vrk	h/v <sup>2)</sup>	min/vrk	h/v <sup>2)</sup>	min/vrk	h/v <sup>2)</sup>
<i>rehuleikkuri + kottikärry</i>	<u>79,7</u>	-	<u>105,8</u>	-	<u>132,8</u>	-	<u>158,8</u>	-
talikko + kottikärry	106,5	+163	139,2	+203	172,8	+243	205,4	+284
rehuleikkuri + hamsteri	68,7	-67	90,9	-91	113,0	-120	134,9	-151
rehuleikkuri + lava	52,0	-169	68,9	-225	84,6	-293	101,2	-350
rehuleikkuri + pienkuormain	35,2	-271	45,7	-366	56,0	-467	66,8	-560
rehuleikkuri +jakovaunu	35,0	-272	44,4	-374	54,6	-476	64,5	-574
rehuleikkuri + mattoruokkija <sup>4)</sup>	33,9	-279	41,7	-390	49,4	-507	57,6	-616
<i>pyöröpaali<sup>2)</sup> + kottikärry</i>	<u>71,9</u>	-	<u>94,4</u>	-	<u>118,8</u>	-	<u>142,5</u>	-
pyöröpaali <sup>3)</sup> + hamsteri	58,8	-80	78,4	-97	97,8	-128	117,4	-153
pyöröpaali <sup>3)</sup> + lava	43,1	-175	56,3	-232	70,4	-294	83,6	-358
pyöröpaali <sup>3)</sup> + pienkuormain	25,1	-285	31,7	-381	39,2	-484	46,1	-587
pyöröpaali + mattoruokkija <sup>4)</sup>	24,3	-290	28,3	-402	33,4	-520	37,7	-621
pyöröpaali +jakovaunu	22,6	-300	27,9	-405	34,4	-513	40,4	-638

<sup>1)</sup> säilörehumäärä lehmille 50 kg/eläin/vrk ja nuorkarjalle 15 kg/eläin/vrk, <sup>2)</sup> paalin halkaisu käsikäyttöisin välinein, <sup>3)</sup> paalin halkaisu traktorin etukuormajan paalileikkurilla, <sup>4)</sup> vaatii täyttöpöydän, <sup>5)</sup> verrattu kottikärryjaon vuotuisen työnmenekkiin erikseen sekä pala- että paalirehulla

Teknologian hyväksikäyttö säästää työaikaa, joka sitten voidaan käyttää joko entistä tuottavampaan työhön tai esim. lepäämiseen, joka puolestaan voi parantaa tuottavuutta.

### Käytettävissä oleva konekapasiteetti

Vuosien 1990 ja 2000 välisenä aikana ilman traktoreita olevien maatalojen osuus on pienentynyt 11,4 %:sta 3,5 %:iin. Tilaa kohti laskettuna traktoreiden määrä on lisääntynyt. Kun vuonna 1990 tilaa kohti oli keskimäärin 1,82 traktoria, oli vastaava luku 2000 keskimäärin 2,21 traktoria (Maatalouslaskenta 2000).

Maatalouden kokonaistraktorikanta on vähentynyt vuosien 1990 ja 2000 välisenä aikana runsaalla 35 000 traktorilla. Yli 200 hehtaarin tiloilla oli keskimäärin 5,71 traktoria. Oma leikkuupuimuri oli käytössä noin 41 % tiloista. Ilman omaa leikkuupuimuria olevien tilojen osuus oli pienentynyt vuosien 1990 ja 2000 välillä 69,1 %:sta 58,7 %:iin. Joillain tiloilla oli käytössä useampia puimureita, sillä tilastojen mukaan yhdellä tilalla oli keskimäärin 1,03 puimuria käytössä vuonna 2000 (Maatalouslaskenta 2000).

Suomessa yhdellä puimurilla puidaan noin 30 hehtaaria, kun luku esim. Tanskassa on 55 ha ja Saksassa 50 ha (Aaltonen et al. 1999). Luvut ovat keskimääräisiä ja vaihtelut tilojen välillä suuria Uusien Työteho-seurassa tehtyjen työaikatutkimusten mukaan edellä mainittu keskimääräinen suomalaisen puimurin pintimäärä pystytään puimaan n. 15 tunnissa eli noin kahden työpäivän aikana. Sopivia puintipäiviä on kuitenkin suomalaisissakin oloissa

jopa parikymmentä eli yksi puimuri voisi puida jopa 300 hehtaaria. Englantilaisten taloustutkijoiden mukaan uusi oma puimuri kannattaa hankkia vasta yli 800 hehtaarin tiloille (Maatilan Pellervo 2001). Vaikka koneiden tehokkuudet ovat huomattavasti kasvaneet viime vuosina koneiden lukumäärä tilaa kohden on vain noussut (taulukko 3). Suuria investointilukuja on Suomessa perusteltu huonoilla sääoloilla ja pirstaleisella tilusrakenteella. Suomalaisen peltojen lohkokoko onkin selvästi kilpailijamaita alhaisempi. Pienillä ja epämääräisen muotoisilla lohkoilla työaika lisääntyy merkittävästi, kuten ”*Lohkon koon ja muodon taloudelliset vaikutukset*” tutkimus osoitti (Klemola et al. 2002). Osittain nämä tekijät selittävätkin investointeja, toisaalta nykyaikaisten koneiden kapasiteetit eivät Suomen olosuhteissakaan ole lähelläkään ääriarajoja.

Taulukko 3. Puintikapasiteetin kasvu vuosien saatossa (Peltonen 2003)

	70-luku	80 – 90-luku	2000-luku	
Työleveys cm	300	360	420	
Ajonopeus km/h	4	5	7	
Puinti	53,6	35,3	21,4	min/ha
Kääntyminen	6,7	4,5	4	min/ha
Siirtyminen tyhjennyspaikalle	2,0	0,6	0,5	min/t
Säiliön tyhjennys	3,9	2,5	1,9	min/t

## Työhuiput

Suomessa kasvukauden työhuippujaksot ovat lyhyitä. Taulukossa 4 on esitetty erilaisiin maataloustöihin käytettävissä olevia aikoja, jotka on laskettu pitkäaikaisiin eteläsuomalaisiin säätilastoihin perustuen (Laine 1996). Taulukosta huomataan, että sesonkiluonteisiin töihin on käytettävissä vain muutamia päiviä.

Taulukko 4. Eri peltoviljelytyöiden keskimääräiset aloitusajat, työjakson pituudet ja varsinaiset mahdolliset työpäivät säätilastojen mukaan eteläisessä Suomessa (Laine 1996).

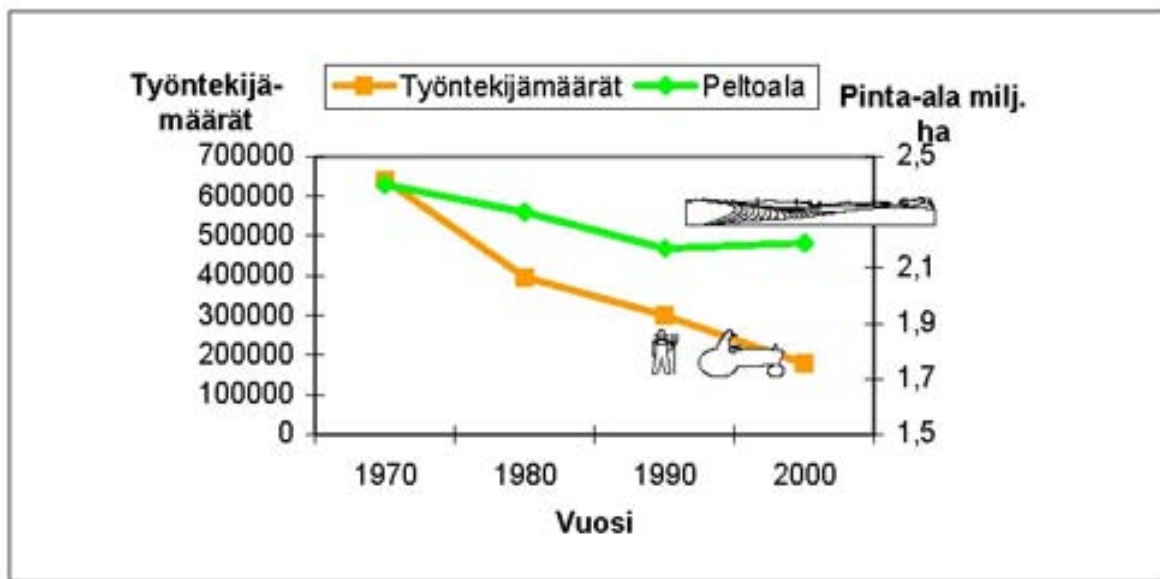
Työ	Keskimääräinen aloituspäivä	Työjakson pituus, päivää	Käytettävissä oleva aika
Muokkaus- ja kylvyöt	5.touko	20	9
Säilörehunkorjuu 1. sato	8.kesä	12	6
Säilörehunkorjuu 2. sato	27.heinä	18	7
Heinäkorjuu	27.kesä	21	4
Viljankorjuu	10.elo	45	20

Suomen kasvukausi lyhyine työhuippuineen aiheuttaa tilanteita, jolloin työ määrä ylittää helposti viljelijäpariskunnalle määritetyt maksimityömäärät. Tilamalleihin perustuvassa tutkimuksessa ”*Laajentavan lypsykarjatilan tuotannon ja työnkäytön suunnittelu*”, huomattiin, että varsinkin maitotiloilla säilörehunkorjuussa ylitykset ovat moninkertaiset. Myös kevättöistä tuleva työhuippu on usein tilan työvoimalla hoidettavaksi selvästi liian korkea (Klemola et al. 2000). Myös viljan korjuussa on pyrittävä toimiin, joilla työhuippu saadaan jaettua useammalle viikolle.

## Maatalouden työmäärä

Tilojen lukumäärän voimakas lasku on vähentänyt viljelijäväestön ja maataloille vakinaisesti palkattujen määrää. Viljelijäväestön ja vakinaisesti palkattujen henkilöiden määrä on pienentynyt vuosien 1990 ja 2000 välillä noin 40 %:lla 299 570 henkilöstä 178 778 henkilöön. Samaan aikaan viljelijäväestön ja vakinaisesti palkattujen osuus koko väestöstä on laskenut 6,0 %:sta 3,5 %:iin (Maatalouslaskenta 2000).

Vuonna 2000 viljelijäväestöä ja vakinaisesti palkattuja henkilöitä oli keskimäärin tilaa kohden lähes yhtä paljon kuin vuonna 1990, vaikka maatilat olivat keskimäärin suurempia kuin aikaisemmin (2,24 ja 2,32 henkilöä/tila). Työtehoseurassa tehdyn ”Maidontuottajan työ, työkyky ja vapaa-aika” tutkimuksen mukaan maidontuotantotiloilla keskimääräinen työaika venyi yli 12 tunnin mittaiseksi (Karttunen 2003).



Kaavio 2. Vaikka maatalouskäytössä oleva peltoala on Suomessa pysynyt viime vuosikymmeninä lähes samana, maataloustyössä olevien henkilöiden määrä on laskenut jyrkästi.

Tilakoon kasvaessa maatalouden juoksevat työt, joihin kuuluvat mm. kasvinviljely- ja kotieläintaloustyöt vähenevät hehtaaria kohden. Työnkäyttö tehostuu selvästi (Klemola et al. 2000). Kun maatalouden juoksevat työt vähenevät hehtaaria kohden 72 % tilakoon kasvaessa alle 10 hehtaarista yli viiteenkymmeneen hehtaariin, vastaavasti maatalouden johtotyöt vähenevät hehtaaria kohden vain 53 %. Tosin johtotöiden osuus on suurillakin tiloilla korkeintaan kymmenesosa tilan juoksevista töistä (Maatalouslaskenta 2002). Laajenevilla tiloilla myös aikaisemmin työmäärältään vähäiset työt voivat nousta laajentuneessa tilanteessa työn kannalta pullonkaulaksi (esim. vasikoiden juotto, siemennykset, kiiman tarkkailu yms.).

Maataloustöihin käytetyssä työajassa on suuria eroja tuotantosuuntien välillä. Esimerkiksi vuonna 2000 lypsykarjatiloihin työskenteli 69 % kaikista yli 3000 tuntia vuodessa tekevästä viljelijäväestöstä ja vakinaisesti palkatuista. Sen sijaan lähes saman verran henkilöitä työllistävillä viljanviljelytiloilla suurin osa (57,8 %) viljelijäväestöstä ja vakinaisesti palkatus-

ta kuului työaikaluokkaan 1-449 tuntia ja vain 3,4 % teki maataloustöitä enemmän kuin 3000 tuntia vuodessa (Maatalouslaskenta 2000).

### **Työmäärän vertailu ulkomaille**

Kun suomalaisilla maitotiloilla (alle 19 lypsylehmää) tehtiin viime vuosina keskimäärin 4 400 tuntia maatalouden töitä vuosittain, vastaavasti tanskalaisilla maitotiloilla tehtiin vain 3 600 tuntia maataloustöitä (n. 60 lehmää). Eroa selittää osittain Suomen olosuhteet, sillä Suomessa eläimet ovat valtaosan vuotta sisällä. Kylmyyden ja lumen takia rakennuksia tarvitaan niin eläinten suojaksi kuin tarvikkeiden ja kaluston varastoksi. Peltolohkot ovat pienet ja saattavat sijaita etäällä toisistaan ja pienempi sato vaatii suhteessa enemmän viljelyalaa. Näitä luonnonhaittoja on vaikea rakennekehityksellä häivyttää. (Patjas 2003).

Vastaavasti Tanskan siantuotannon tarkkailutiloilla samalla työpanoksella kuin Suomessa hoidetaan Suomeen verrattuna kaksinkertainen määrä emakoita. Tästä huolimatta porsastuotos on Tanskan tarkkailutiloilla Suomea parempi (Mäkimattila 2001). Suomessa siantuotannon tarkkailutilojen työnmenekki on yksikkökokoluokassa yli 65 emakkoa 39 tuntia emakkoa kohti vuodessa. Tällöin kahden ihmisen työpanoksella on mahdollista hoitaa 100 emakon porsastuotantosikala. Vastaavasti pitkälle automatisoidussa kuivikkeettomissa tuotantorakennuksissa yhden ihmisen työpanoksella on mahdollista hoitaa 1000 lihasikaa. (Mäkimattila 2001).

### **Suunnittelu ja johtaminen työvälineiksi**

Suomalainen viljelijä usein suunnittelee, johtaa, toteuttaa ja analysoi itse koko tilansa toimintaa. Hän on siis tilansa johtaja ja työntekijä. Tilojen laajentuessa suunnittelulle jää entistä vähemmän aikaa juoksevien töiden vaatiessa kaiken työajan. Suomalaiset viljelijät käyttävätkin suunnitteluun vähemmän aikaa ja ulkopuolista asiantuntemusta kuin viljelijät esim. Saksassa ja Tanskassa (Remes et al. 2003).

Nykyaikaisen tilan tuotanto vaatii kuitenkin myös toiminnallista suunnittelua taloussuunnittelun lisäksi. Työketjujen sujuvuus ja toiminnallisuus, valittujen työmenetelmien sopivuus toisiinsa aina pellolta ruokintapöydälle saakka, rakennusten soveltuvuus muuttuviin olosuhteisiin ja työn jaksottaminen ja jakaminen vaativat selviä suunnitelmia. Hyvää suunnitelmaa taas ohjaavat tavoitteet, kuten tuotantotavoitteet, palkkatavoitteet, työaikatavoitteet, pääoman tuottotavoitteet, työssä viihtymisen tavoitteet yms., joihin pääsemiseen valitut toimintatavat johtavat. Kun toiminnan suunnittelu otetaan yhdeksi työvälineeksi, pystytään todennäköisesti myös tehostamaan toimintaa. Toisaalta hyvällä töiden suunnittelulla voidaan myös vähentää työmäärää ja lisätä vapaa-aikaa, jonka avulla maatalousyrittäjä jaksaa paremmin.

## Kirjallisuus

- Aaltonen, J., Järvenpää, M., Klemola, E. ja Laurila, I.P. 1999. Viljan korjuu-, kuivaus- jalogistiikka-kustannukset Suomessa. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen selvityksiä 2/1999. 22s.
- Jalonen, P. 1998. RehumaiSSI menestyy Suomessakin. Koneviesti 23.10. 1998. s. 6-7.
- Karttunen, J. 2003. Maidontuottajan työ, työkyky ja vapaa-aika. Työtehoseuran julkaisuja 389. 62s.
- Klemola, E., Karttunen, J., Kaila, E., Laaksonen, K. ja Kirkkari, A-M. 2002. Lohkon koon ja muodon taloudelliset vaikutukset. Työtehoseuran julkaisuja 386. 48s.
- Klemola, E., Pihamaa, P. ja Heikkilä, A-M. 2000. Laajentavan lypsykarjatilan tuotannon ja työnkäytön suunnittelu. Työtehoseuran julkaisuja 375. 88 s.
- Kirkkari, A-M., Kallioniemi, M. ja Martikainen, J. 1998. Maatilojen välisen tuotannollisen yhteistoinnin kehittäminen ja analyysi. Työtehoseuran monisteita 2/1998 (62).
- Laine, A. 1996. Konekapasiteetin mitoitus ja konekustannukset viljan ja nurmirehun tuotannossa, säärisiin perustuva tarkastelu. Työtehoseuran julkaisuja 349. 80 s.
- Lehtonen, H., Ala-Orvola, L. & Uusitalo, P. 2000. Sikatalouden tuotantostrategiat. Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitoksen tutkimuksia 246. 69 s.
- Lätti, M. 2003a. Parsinavetan koneellistaminen kannattaa. Teho-lehti 2/2003. s. 4-6.
- Lätti, M. 2003b. Suullinen tiedonanto.
- Palva, R. ja Siljander-Rasi, H. 2003. Kuivaamattoman viljan käyttö lihasikoja kasvattavalla tilalla. Työtehoseuran julkaisuja 388. 51s.
- Peltonen, M. 2003. Suullinen tiedonanto.
- Pentti, S. ja Peltonen, M. 2003. Maatalouden työnormit: Kasvinsuojeluruiskutusten työmenetelmät ja toiminnallisuus. Työtehoseuran maataloustiedote 5/2003 (556).
- Mallasohran kasvu ja kehitys suomalaisessa tuotantoympäristössä. Viitattu 31.8. 2002. Saatavissa internetistä <http://www.agronet.fi/>
- Maa- ja metsätalousministeriö 200. Maatalouslaskenta 2000. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus.
- Mäkimattila, M. 2001. Sianlihan tuotannon kannattavuuden parantaminen tarjontaketjun koordinaatiota kehittämällä. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 25.125 s.
- Patjas, M. 2003. Samalle viivalle? Maaseudun Tulevaisuus 20.1. 2003. s. 4.
- Remes, K., Seppälä, R., Kirkkari, A-M., Malkki, S., Kalliomäki, T. ja Pentti, S. 2003. Suurten tilojen talous Suomessa ja vertailumaissa. Maa- ja elintarviketalous 30, 114s.



# Uusin täsmäviljelyteknologia – täsmälannoitus yleiseksi käytännöksi?

*vanhempi tutkija Liisa Pesonen, MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola)*

Täsmäviljelyteknologialle on ominaista paikkatietotekniikan hyväksikäyttö peltoviljelyn tarkentamisessa. Täsmäviljelyteknologia voi olla tarkkuudeltaan erilaista riippuen viljelyn kohteen vaatimuksista, viljelylle asetetuista tavoitteista sekä käytettävissä olevan teknologian tasosta. Käytettävän teknologian kehitykselle on leimallista teknologialle asetettävien vaatimusten ja olemassa olevan teknisen valmiuden epätasapaino. Jatkuva epätasapaino on teknologisen kehityksen moottori. Tyypillisesti on totuttu ajattelemaan, että teknologinen kehitys vastaa esitettyihin vaateisiin. Teknologiaa kehitetään tarpeen mukaan.

Täsmäviljelyteknologian ollessa kyseessä tilanne tuntuu olevan päinvastoin. Tarjolla on edistyksellistä, nykyistä paljon tarkempaan viljelyyn mahdollisuuksia antavaa teknologiaa sovellettavaksi lyhyelläkin aikavälillä peltoviljelyn tarpeisiin. Täsmäviljelyteknologian käyttöönotto ja myös käytännön tason kehitys on kuitenkin erittäin hidasta. Täsmäviljelytekniikka on nähty kalliina siitä yksittäisellä tilalla saataviin epävarmoihin hyötyihin nähden. Uuteen teknologiaan investoiminen on viljelijälle vielä suuri riski. Niinpä tutkimuksella on vielä paljon tehtävää, ennen kuin esimerkiksi neuvonta pystyy räätälöimään yksittäiselle tilalle kannattavan täsmäviljelyjärjestelmän.

Täsmäviljelyn hitaan kehityksen taustalla on myös, että paikkakohtaisesti tarkennettua viljelyä ei ole asetettu peltoviljelyn vaatimukseksi. Olemme tyytyväisiä lohko-kohtaisen viljelyn mahdollistamaan tarkkuustasoon. Ajatuksena on, että tarkempaan viljelyyn ei kannata pyrkiä, sillä esimerkiksi vuosien välinen sääolosuhteiden vaihtelu on niin suurta, että se vie pohjan viljelyn tarkentamiselta. Peltoviljelyn aiheuttamat ympäristökuormitukset, tuotettavan raaka-aineen epätydyttävä laatu sekä alittuneet sato-odotukset kuitenkin antavat aiheutta kehittää viljelytekniikkaa eteenpäin. Täsmäviljelyn edellyttämä viljelyprosessien tarkempi tuntemus mahdollistaa paitsi paikan, myös ajan suhteen tapahtuvan toimenpiteiden optimoinnin.

Sadon paikkakohtainen mittaaminen leikkuupuunnin yhteydessä on ollut käytännössä mahdollista jo kymmenisen vuotta, samoin täsmälannoittaminen ja –ruiskuttaminen. Käytännössä näiden teknologioiden käyttöönotto on kuitenkin ollut suhteellisen vähäistä, paikanuslaitteilla varustettuja leikkuupuimureita maassamme on vain kymmenkunta, lannoittimia ja ruiskuja vielä vähemmän. Teknologian kehittäminen on jatkuvaa, käytettävä tekniikka on aina ”keskeneräistä”. Uusin tekniikka on aina intensiivisimmän kehityksen kohteena, sisältäen myös eniten heikkouksia. Käyttökokemuksen ja panostuksen määrän lisääntyessä tekniikan toimintavarmuus ja käytettävyyys paranevat. Käytössä ollut täsmäviljelyteknologia on ollut pitkälti kokeiluvaiheen teknologiaa. Tyypillistä kokeiluvaiheen teknologialle on laitteistojen korkea hinta, keskeneräinen käytettävyyys, toiminnan epävarmuus sekä vakiintumaton käytön tuki. Lisäksi ei ole ollut riittävästi tietoa siitä, kuinka täsmävil-

jelyteknologiasta saadaan käytännön viljelyssä optimaalinen hyöty. Täsmäviljelyteknologiaa ovat varovaisesti ottaneet käyttöön suurten pinta-alojen ”pioneerihenkiset” viljelijät, joilla on näköpiirissä huomattavaa taloudellista etua jo kokeiluvaiheen teknologian käyttöönotosta. Täsmäviljelyn tarpeellisuus taloudellisessa mielessä riippuu peltolohkojen sisäisen vaihtelun määrästä sekä peltoalan kokonaismäärästä. Tällöin esimerkiksi pinta-alaa kohti saavutettava absoluuttinen lannoitemäärän säästö kertaantuu. Pienillä viljelyaloilla täsmäviljelytekniikalta vaaditaan alhaisempaa hintaa ja vastaavasti parempaa toteutustarkkuutta.

Lannoitus on kauimmin tutkittu ja kehitelty täsmäviljelyn osa-alue, joten sen avulla voidaan tarkastella täsmäviljelyteknologian tilaa. Lannoitus suunnitelmaa varten tarvittavaan tiedonkeruuseen on kehitetty jo käytännössä toimiviksi osoitettuja menetelmiä: paikannettujen viljavuusnäytteiden otto, ilmakeuhkaus ja kuvantulkinta (Kleemola 2002), on-line N-sensori, sadon määrän kartoitus. Viimeisimpänä tiedonkeruunmuotona on sadon laadun paikkakohtainen mittaaminen leikkuupuimuriin asennetun mittarin avulla. Sadon laatua voidaan mitata NIT-tekniikalla mm. valkuaisaineen, kosteuden, tärkkelyksen ja rasvapitoisuuden suhteen. Sadon laadun kartoittamisesta leikkuupuimurin yhteydessä on vielä varsin vähän käytännön kokemusta, ja menetelmä on voimakkaan kehitystyön kohteena (Edling 2002). Tästä syystä tekniikka on vielä suhteellisen kallista (Rosenqvist ja Thylén 2002), toiminnassa epävarmuutta ja käytettävyydessä selviä puutteita. Tekniikka on erittäin lupaavaa ja saadaan hinnaltaan ja käytettävyydeltään hyväksyttävälle tasolle todennäköisesti muutaman vuoden kuluessa.

Lannoituksen suunnitteluun sekä paikannettujen viljavuusnäytteiden (fosfori) että ilmakeuhkausten (typpi) perusteella on tarjolla kaupallisia palveluja ja ohjelmia markkinoilla oleviin täsmäviljelyjärjestelmiin sovitettuna. Sovellusten kehitystyötä tehdään aktiivisesti. Sadon määrän ja valkuaispitoisuuden mittauksen perusteella voidaan seurata paikkakohtaisesti toteutunutta sadon tyypin ottoa. Tämän tiedon avulla typpilannoitus suunnitelmia ja riskianalyysia voidaan tarkentaa entisestään. Mikäli täsmälannoituksella pyritään tietyn laadun saavuttamiseen, voidaan NIT -mittauksella varustetulla puimurilla puida onnistuneista lohkon osista hyvälaatuinen sato erilleen. Tämä voisi tapahtua jaotteleamalla viljasato kahteen eri säiliöön puimurissa (Jørgensen 2002) tai puimalla lohkon eri osat erikseen ns. contour -puintina. Puimurin kohdentamisessa voidaan käyttää hyväksi lannoituksen suunnittelun perustana käytettäviä ennustemalleja ja ajoneuvonavigointitekniikkaa.

Täsmälannoituksen toteutuksen osalta teknologian kehitys on ehtinyt vaiheeseen, jossa yksittäiset paikannustekniikat ja lannoittimien paikkakohtaisen annostelun tekniikat tietyn täsmäviljelyjärjestelmän piirissä toimivat jo luotettavasti, ja niiden käytettävyyteen on ehditty panostaa. Sitä vastoin eri täsmäviljelyjärjestelmien välisten laitteiden tiedonsiirto ja fyysinen yhteensopivuus on jäänyt kehityksessä jälkeen, alan standardeja jouduttaneen odottelemaan vielä kauan, mikäli niitä kehitetään ollenkaan. Tähän ongelmaan ollaan kehittämässä ratkaisua Agrix-hankkeessa, jossa kehitetään avointa automaattista kasvinviljelyjärjestelmää. Hankkeessa kehitettävä modulaarinen ja konfiguroitava säädin hyödyntää traktorin ja työkoneen välisessä tiedonsiirrossa ISO11783 väylästandardia (ISOBUS). Kehitet-

tävä säädin on haluttaessa sovitettavissa toimimaan kaikissa työkoneissa. Traktorilta edellytetään kuitenkin ISOBUS tiedonsiirtoväylää, joka on tällä hetkellä asennettuna ainoastaan suurimmissa ja uusimmissa traktorimalleissa (Aisla 2002).

Markkinoilla on tarjolla teknisiä sovelluksia, joissa hyödynnetään liikuteltavaa monikäyttöistä kämmentietokonetta tai tabletti-PC:tä sekä viljelynsuunnitteluohjelmiston kämmentietokoneeseen sovitettua moduulia osana täsmäviljelylaitteistoa. Kämmentietokoneen käytöllä saavutetaan kustannustehokkuutta. Samaa tietokonetta voidaan käyttää viljelynsuunnitteluohjelmiston ”mobiilimoduulin” kanssa säätimen ohjaamisen lisäksi maastotiedonkeruussa sekä viljelijän henkilökohtaisena muistiinpanovälineenä, kalenterina ja mukana tasakussa kulkevana tietokoneena. Myös Agrix-hankkeessa sovelletaan kyseistä tekniikkaa.

Täsmäviljelyjärjestelmien teknisen tuen järjestäminen käyttäjille on haasteellista. Suurien etäisyyksien ja harvan asutuksen vuoksi Suomessa nopean ja asiantuntevan teknisen tuen järjestäminen on vaikeaa. Lisäksi eri täsmäviljelyjärjestelmät ovat ns. suljettuja järjestelmiä, jolloin jokaisella järjestelmällä on oma huolto- ja tukihenkilöstönsä. Täsmäviljelyjärjestelmien käyttäjien tämän hetkisen harvalukuisuuden vuoksi kotimaista tukea ei ole juurikaan saatavilla. Agrix-hankkeessa tutkitaan ja kehitetään myös uuden mobiilin tietotekniikan käyttömahdollisuuksia etätuen ja etähuollon järjestämisessä.

Täsmäviljelyjärjestelmiin voidaan sisällyttää pitkälle vietyä automatiikkaa huolehtimaan paitsi viljelypanosten ajosuuntaisesta paikkakohtaisesta, myös työleveydensuuntaisesta säädöstä, ajotarkkuudesta, ajoreittien optimoinnista sekä tietyistä työkoneen hallintatoimista. Toteutuneen toimenpiteen ja työtavan dokumentointi avaa mahdollisuuksia optimoida myös mm. työsuoritusta paikkakohtaisesti (Ess 2003). Pitkälle viety automaatio luo uusia haasteita työkoneen käytettävyydelle, mm. käytön turvallisuudelle.

Tiedonhallinta täsmäviljelyjärjestelmissä on niin ikään kokeiluvaiheessa. Tietomäärät kasvavat moninkertaisiksi ja paikkatietokantajärjestelmien käyttöönotto on ehdoton edellytys. Jo nyt on nähtävissä, että täsmäviljelyn suunnittelujärjestelmät alkavat muuttua pelkistä karttaohjelmista paikkatietokantapohjaisiksi ohjelmiksi. Tiedonhallinnan järjestämisessä on monia vaihtoehtoja niin järjestelmä- ja laitevalintojen kuin tiedonhallinnan osaamistasuhteen suhteen. Viljelijä voi tarvittaessa hoitaa kaiken tiedonhallinnan itse tai hän voi turvautua osittain palveluihin. Tiedonhallinnan järjestämistä mm. internetin välityksellä web-selaimia käyttäen on tutkittu (Rothmund et al 2003). Kokonaisuuden hallinta on kuitenkin viljelijän itsensä tehtävä. Automaation ja asiantuntijajärjestelmien kehittyessä viljelijän päivittäinen työ on yhä enenevässä määrin maatalan liikkeenjohdollisia tehtäviä. Muu teknologiaosaaminen määräytyy viljelijän oman harrastuneisuuden pohjalta.

## Kirjallisuus

- Aisla, J. 2002. ISO 11783 standardin mukaisen tiedonsiirtoväylän käyttäminen traktorin ja työkooneen väliseen tiedonsiirtoon. Helsingin yliopisto, Maa- ja kotitalousteknologian laitos. Pro gradu-työ. 66 s.
- Edling, A. 2002. Kvalitetssortering av spannmål på gårdsnivå. JTI-rapport, Lantbruk & Industri, 296. 35 s.
- Ess, D. R. 2003. Precision Agriculture as a Tool to Empower Machinery Efficiency and Work Organization. In: Management and technology applications to empower agro-food systems. XXX CIOSTA – CIGR Congress, Turin. p. 15-27.
- Jørgensen, J. R. 2002. Site specific assessment of crop quality. In: Implementation of precision farming in practical agriculture. NJF -seminaari 336. 10.-12.6.2002 Skara, Ruotsi.
- Kleemola, J. 2002. LORIS-maps – A GIS-system to process remote sensing data to be used as a tool for better N-fertiliser planning. In: Implementation of precision farming in practical agriculture. NJF -seminaari 336. 10.-12.6.2002 Skara, Ruotsi.
- Rosenqvist, H. & Thylén, L. 2002. Möjligheter till sortering av spannmål – Ekonomiska aspekter. JTI-rapport Lantbruk & Industri 301, 36 s.
- Rothmund, M., Demmel, M. & Auernhammer, H. 2003. Methods and Services of Data Processing for Data Logged by Automatic Process Data Acquisition Systems. In: Management and technology applications to empower agro-food systems. XXX CIOSTA – CIGR Congress, Turin. p.713-721.

# Tuotantorakennusten toiminnallinen esisuunnittelu

*rakennusarkkitehti Jarmo Lehtinen, Työtehoseura ry*

## Suunnittelijoiden valinta

Tuotantorakennusten suunnittelu tulee aloittaa suunnittelijoiden valinnalla. Ensimmäisenä hankkeeseen valitaan pääsuunnittelija ja tämän jälkeen kaikki muut suunnittelijat. Pääsuunnittelijan tehtävänä on huolehtia suunnittelun etenemisestä oikeassa järjestyksessä ja aikataulussa.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän tehtävistä ja vastuusta määrätään maankäyttö- ja rakennuslain 119§:ssä: **Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Hänellä tulee olla hankkeen vaativuus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen sekä käytettävissään pätevä henkilöstö.**

Viljelijällä itsellään ei tarvitse olla maankäyttö- ja rakennuslain vaatimia edellytyksiä, mutta hänen tulee täyttää huolehtimisvelvollisuutensa hankkimalla riittävän ajoissa käyttöönsä rakennushankkeen vaativuutta vastaavasti pätevyysvaatimukset täyttäviä suunnittelijoita ja asiantuntijoita. Ensimmäisenä hankkeeseen tulee valita pääsuunnittelija, jonka pätevydestä ja tehtävistä on säädetty maankäyttö- ja rakennuslain 120§ 2 momentissa: **Rakennuksen suunnittelussa tulee olla suunnittelun kokonaisuudesta ja sen laadusta vastaava pätevä henkilö, joka huolehtii siitä, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää sille asetetut vaatimukset.**

Vaatimuksia suunnittelijoiden pätevyydelle esitetään Suomen rakentamismääräyskokoelmassa osassa A1 Rakennusten suunnitelmat ja suunnittelijat [www.ymparisto.fi/rakentaminen](http://www.ymparisto.fi/rakentaminen) sekä Maa- ja metsätalousministeriön rakentamisohjekokoelmassa. [www.mmm.fi/luonnonvarat](http://www.mmm.fi/luonnonvarat), [vesivarat](http://www.mmm.fi/vesivarat), [maanmittaus/maaseudun rakentaminen/rakentamissaadokset](http://www.mmm.fi/maanmittaus/maaseudun_rakentaminen/rakentamissaadokset).

## Rakennussuunnittelua varten selvittävät asiat

Tuotantorakennushanke vaatii paljon alkuselvittelyä. Kaikki asiat on hyvä kirjata ja kerätä kansioihin. Rakennushanke voidaan jakaa osiin, jotka voivat olla näiden kansioiden aiheita, esimerkiksi: sopimukset, esisuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakennusosien ja –tarvikkeiden hankinta, sopimukset, rakennustyö. Esisuunnitteluvaiheessa selvitetään miksi, mitä, minkälainen, miten ja koska tilalla rakennetaan. Tässä vaiheessa luodaan reunaehdot varsinaiselle rakennussuunnittelulle tai luovutaan koko hankkeesta. Esisuunnittelun asiantuntijoita ovat maaseutukeskusten, meijereiden ja teurastamoiden tuotanto- ja talousneuvojat.

### **Esisuunnitteluvaiheessa selvittäään mm.**

1. Nykyisen tuotannon laajuus ja tuotto
2. Tuotantosuunnan valintaan vaikuttavat tekijät
3. Toiminnallisuuteen liittyvät valinnat
4. Hankkeen toteuttamiseen liittyvät resurssit
5. Tulevaan rakentamiseen ja tuotantotilanteeseen liittyvät riskit
6. Rakennushanketta ohjaavat ja rajaavat asiat.

### **Kirjattavia esisuunnittelun lähtötietoja**

Monet asiat tuntuvat itsestään selvyyksiltä, mutta kun asioita kirjataan niin niiden sisältöön perehdytään myös tarkemmin. Kirjaa ainakin seuraavia asioita:

- oma peltopinta-ala nyt ja tulevaisuudessa
- vuokrapeltopinta-ala, vuokrausmahdollisuudet ja kustannukset
- peltojen käyttö ja tuotto
- käytetyt työpanokset; oma ja vierastyövoima
- eläinmäärät nyt ja tulevassa tuotantotilanteessa
- tuotosmäärät nyt ja tavoite
- tuotantokiintiöt nyt, mahdollisuudet lisäykseen
- maatilatalouden myyntitulot ja menot sekä verotettava tulo
- käytetyt työpanokset, oma ja vierastyövoima
- koneiden hankintatarve
- muu rakentamisen tarve
- tuotantoa palvelevien tilojen pinta-alat ja tilavuudet, eläintilat, varastot ja lantalat
- asiat voidaan saada vanhoista rakennussuunnitelmista ja/tai mittaamalla nykyiset rakennukset ja laatimalla pihapiiristä tai rakennuspaikasta asemapiirros.

Tarvittavat asiat löytyvät viljelysuunnitelmista, karjantarkkailu-, kirjanpito- ja verotustiedoista.

### **Toiminnallinen esisuunnittelu**

Tuotantosuunnan valinta on tavallisesti itsestään selvyys. Sitä on ehkä mietitty perusteellisesti jo ennen suunnittelun aloittamista. Tuotantosuuntaan liittyvä koulutus- ja työkokemus antavat vankan perustan yrityksen menestymiselle. Eläinten hoitajien terveyteen liittyvät asiat on erikoisesti otettava huomioon perustavia valintoja tehdessä, esim. allergiat, tuki- ja liikuntaelin sairaudet. Myös tuotteiden kysynnän muutoksia on hyvä arvioida. Tilan resurssit voivat muuttua jne.

Toiminnallinen suunnittelu luo sisällön rakennussuunnittelua varten. Siinä mietitään työmääriä erilaisissa tuotantotilanteissa, pohditaan niiden kuormittavuutta, työolojen parantamista, eläinten tuotostason nostamista ja eläinten terveyttä. Toiminnallinen esisuunnitelma

muodostuu useista osasuunnitelmista, joita voivat olla eläinten hoitosuunnitelma, ympäristönhoitosuunnitelma ja taloussuunnitelma.

**Eläinten hoitosuunnitelma** = tuotantomäärien, työmenetelmien, toimintojen ja työmäärien kuvausta

Eläinten hoitosuunnitelmaan kirjataan tuotantomäärät, eläinten terveystilanne, tavoiteltavat tuotostasot, ruokintasuunnitelmat, hoito-, puhdistus- ja huoltotyöt ja niiden tekemiseen tarvittava aika. Suunnitelma laaditaan tuotantoneuvojan kanssa yhteistyönä

**Ympäristönhoitosuunnitelmassa** arvioidaan ja esitetään ympäristön kannalta oleellisia asioita, mm tilalla syntyvät lantamäärät sekä sen levitysajankohdat. Koneiden ja laiteiden pesupaikat, ongelmajätteiden käsittely ja säilytys. Ulkotarhat ja niiden jätteiden keräily. Arvioidaan ilmanvaihdon aiheuttamat päästöt ympäristöön jne. Ympäristöhoitosuunnitelmaan kerättyjä tietoja tarvitaan mm ympäristölupahakemuksessa. Hakemus on hyvä laittaa vireille heti kun rakennettavan hankkeen laajuus on selvillä. Maatalouden ympäristönsuojeluun liittyvää tietoa löytyy osoitteesta <http://www.ymparisto.fi/palvelut/maaseutu/maaseutu.htm> Sivun ajankohtaista alta löytyy ympäristöministeriön kiertokirje ympäristökeskuksille **Eläinsuojia koskevasta ympäristöluvasta**, johon on jokaisen eläinrakennushanketta suunnittelevan hyvä tutustua.

**Prosessisuunnitelma** sisältää eläinten- ja huoltotilojen tilantarpeiden selvittämistä, rehu-, tuote- ja lantalatilojen tyyppin ja tilavuuden määrittelyä. Koneellistamiseen ja toimintoihin liittyvien tilantarpeiden kirjaamista sekä näiden välisen liikenteen kuvaamista. Suunnitelma tuottaa rakennussuunnittelua varten tilaohjelman ja liikennekaaviot. Prosessisuunnittelussa parhaita asiantuntijoita ovat meijereiden, teurastamoiden ja maaseutukeskusten tuotannolliset neuvojat. Muina asiantuntijoina kannattaa hyödyntää tilan apuhenkilöstön asiantuntemusta, kuten eläinlääkäriä, seminologin, karjantarkkailijan jne.

**Taloussuunnitelmia** tarvitaan rakennushankkeen kannattavuuden arviointiin. Niiden avulla voidaan vertailla erilaisten valintojen taloudellisuutta, rakentajan maksuvalmiutta rakentamisen ja rakennuksen elinkaaren aikana. Näitä, myös lainoittajan tarvitsemia asiakirjoja laativat mm. maaseutukeskusten toimihenkilöt [www.maaseutukeskus.fi](http://www.maaseutukeskus.fi). Lainoitukseen liittyvää talousneuvontaa antaa myös paikalliset TE - keskuskeskukset. [www.te-keskus.fi](http://www.te-keskus.fi)

Asiaan käsitellään myös VIRAKO - projektin sivuilla osoitteessa [www.tts.fi/rakentaminen](http://www.tts.fi/rakentaminen)

# Henkilötilat tuotantorakennuksessa; tautisulku osana tilatason tautisuojausta

*terveydenhuoltoeläinlääkäri Olli Ruoho, Eläintautien torjuntayhdistys ETT Ry*

Maataloudessa viime vuosina tapahtuneiden rakennemuutosten myötä on tuotantoyksiköiden koko kasvanut merkittävästi. Kotieläintuotannon kohdalla on muutos ehkä kaikkein selvimmin havaittavissa siipikarja- ja sikatiloilla, mutta myös nautakarjataloudessa on yksikkökoon kasvu ollut erityisesti kaikkein eläintiheimmillä alueilla varsin voimakasta.

## Yksikkökoon kasvu lisää tautiriskejä

Eläinyksiköiden koon kasvu tuo mukanaan aiempaa suuremman tarttuvien eläintautien riskin, mikäli tilatason tautisuojauksesta ei huolehdi asianmukaisesti. Erityisesti Suomessa aiemmin tuntemattomat, helposti leviävät eläintaudit saattavat aiheuttaa huomattavaa tuhoa ja taloudellisia tappioita kotieläintaloudellemme. Euroopan unioniin liittymisen myötä on tautitorjunnan vastuu suurelta osin siirtynyt viranomaisilta jokaisen tuottajan itsensä kannettavaksi, ja torjunnan painopiste valtakunnan rajalta jokaisen tuotantoyksikön ulko-ovelle. Tästä syystä tulee entistä enemmän kiinnittää huomiota tilatason tautisuojaukseen, ja kehittää sitä varten mahdollisimman helposti toteutettavia, mutta kuitenkin toivotun tuloksen takaavia ratkaisuja. Kyse ei useimmiten ole niinkään kustannuksista, vaan tuottajien itsensä ja tiloilla työnsä puolesta vierailevien henkilöiden asenteista.

Vajaan kymmenen vuoden takainen salmonellaepidemia toi ainakin Pohjanmaalla lähes jokaisen eläinyksikön ulko-ovelle altaan jalkineiden desinfiointia varten. Tämä saattoikin oikein hoidettuna ja käytettynä ehkäistä ulosteperäisten bakteeritartuntojen siirtymistä tilalta toiselle, mutta pisaratartuntana leviävien, virusperäisten eläintautien kulkeutumista sillä ei pystytä estämään. Kyseinen allas luo helposti valheellisen mielikuvan siitä, että tautisuojaukseen liittyvät asiat ovat kunnossa, vaikka se hoitamattomana saattaa tosiasiasa toimia taudinaiheuttajien levittäjänä. Altaasta jalkineiden mukana tuotantotiloihin leviävä kosteus edistää bakteerien kasvua, ja desinfiointiaineen teho häviää kuormituksesta riippuen jopa muutamassa tunnissa. Altaiden hoito ja desinfiointiliuoksen vaihto laiminlyödään helposti, mikäli tautiuhkaa ei pidetä todellisena ja ajankohtaisena.

## Tautisulku; Hygienic Lock

Kotieläintiloilla tuotantotiloissa syystä tai toisesta vierailevat ihmiset, kuten eläinlääkärit, neuvojat, huoltomiehet jne. voivat tilalta toiselle siirtyessään kuljettaa tarttuvien eläintautien aiheuttajia paitsi jalkineidensa, myös vaatteidensa ja työvälineidensä mukana. Taudinaiheuttajia saattaa kulkeutua tuotantotilojen läheisyydessä oleville kulkureiteille ja piha-alueille myös ajoneuvojen pyörissä tai lintujen ulosteissa, jolloin ne voivat jalkineiden mukana kulkeutua sisälle tuotantotiloihin.

Asianmukaisesti toteutettuun tautisuojaukseen kuuluu, että tuotantotiloihin ei koskaan mennä ulkovaattein tai –jalkinein, vaan ainoastaan kutakin tuotantoyksikköä varten erik-



seen varattuja suojarusteita käyttäen. Tämä koskee erityisesti siipikarjatiloja ja terveysvalvontaan kuuluvia sikatiloja sekä kaikkien eläinlajien karanteeneja. Periaatteena on, että tuotantotiloihin ei viedä taudinaiheuttajia, eikä niitä myöskään tuoda sieltä ulos. Tuotantotiloissa käytettävät työvälineet tulee tarvittaessa puhdistaa ja desinfioida siirryttäessä eläinyksiköstä toiseen.

Taudinaiheuttajien kulkeutumisen estämiseksi voidaan tuotantotilan sisäänkäynnin yhteyteen rakentaa niin sanottu tautisulku eli hygieniakarsina, josta ulkomailta käytetään myös nimitystä hygienic lock eli ”hygienialukko”. Tautisulku on yksinkertaisimmassa muodossaan tuotantoyksikön eteistilaan sisäänkäynnin yhteyteen asetettu penkki, jonka yli kävijät joutuvat siirtymään tullessaan tuotantotiloihin. Toiminta-ajatuksena on, että kävijä tullessaan eteiseen istuu penkille ja jättää ulkovaatteensa ja –jalkineensa penkin eteen tautisulun ”likaiselle” puolelle. Tämän jälkeen hän nostaa jalkansa penkin yli ”puhtaalle” puolelle ja pukeutuu kyseistä tuotantoyksikköä varten varattuihin suojarusteisiin. Tarvittaessa voidaan kulku ”likaiselta” alueelta puhtaalle puolelle ja päinvastoin järjestää suihkun kautta. Ulkomailta onkin suuria, erittäin tarkasti tautisuojauksesta huolehtivia tuotantoyksiköitä, joissa suihkussa käynnin lisäksi edellytetään kaikkien vaatteiden vaihtoa ennen siirtymistä tuotantotiloihin.

Tuotantoyksikön eteistilassa oleva penkki erottaa konkreettisesti ”likaisen” riskialueen ”puhtaasta” tuotantoalueesta. Tautisulku on halpa ratkaisu, sillä siihen tarvitaan periaatteessa vain penkki, vaihtovaatteet ja –jalkineet sekä oikea asenne. Käyttö on miellyttävää ja helppoa, sillä ihminen saa istahtaa penkille, jolloin suojajalkineiden ja –vaatteiden vaihto onnistuu mukavasti.

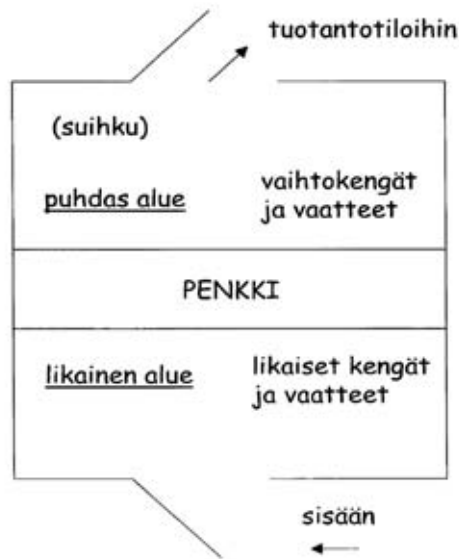
Tilatason tautisuojausta ohjeistettaessa on tuottajia neuvottu luopumaan desinfiointialtaiden käytöstä ja sen sijaan tarjoamaan vierailijoille tilan omat suojavaatteet ja -jalkineet. Niiden tulee luonnollisesti olla käyttötarkoitukseensa soveltuvat, puhtaat ja kuivat. Desinfiointialtaita voidaan kuitenkin käyttää varsinaisista tuotantotiloista erillään olevien tilojen, kuten esimerkiksi lypsykarjatilojen maituhuoneiden ulko-ovilla.

Tarttuvien eläintautien vastustus on kaikkien elintarviketuotantoketjun parissa työskentelevien osapuolten yhteinen etu ja vaatii kaikkien saumatonta yhteistyötä. Välinpitämättömyys ja vastuuttomuus saattavat kostautua huomattavina vahinkoina.

## TAUTISULKU

**Periaate:** tuotantotila, jossa eläimet ovat, on pidettävä tarttuvista taudinaiheuttajista vapaana (bakteerit, virukset, loiset)

**Toimintatapa:** Tuotantotiloihin ei tule koskaan mennä ulkovaattein ja -jalkinein, vaan ainoastaan yksikkökohtaisin suojavaattein ja -jalkinein.



### Etuja:

- yksinkertainen tapa estää tautien tulo ihmisten mukana
- halpa: tarvitaan penkki, vaihtovaatteet ja jalkineet sekä oikea asenne
- käyttö miellyttävää ja helppoa
- penkillä erotetaan konkreettisesti ”puhdas” alue (tuotantoalue) ”likaisesta ” alueesta (riskialueesta).

Tautisulku on suositeltava ainakin jokaiselle siipikarjatilalle ja terveystalvontaan kuuluvalle sikatilalle sekä karanteeneihin.

## ETT:n 10 ohjetta tuottajan turvaksi 24.4.2003

Tuottaja voi itse vaikuttaa eläintensä terveyteen ja vähentää huomattavasti riskiä tarttuvien eläintautien leviämisestä tilalle. Seuraavassa on esitetty kymmenen toimenpidettä, jotka eivät maksa paljon, mutta voivat estää tilan talouden kannalta kohtalokkaiden eläintautien leviämisen maatilalle. Osa ohjeista on enemmän suosituksia, joiden pohjalta voi kehittää tilan tautiturvaa.

### 1. Eläinaineksen osto

Muista, että eläimen ostajana sinulla on oikeus ja velvollisuus esittää myyjälle eläinten terveyteen liittyviä vaatimuksia.

a.) Jos hankit eläimiä ulkomailta tai ostat TUONTIELÄIMIÄ, varmistu, että ne on tuotu ETT:n ohjeiden mukaisesti. Tällöin eläimet tutkitaan sekä lähtö- että kotimaassa tarttuvien tautien varalta ja ne ovat karanteenissa, jolloin mahdolliset piilevät taudit eivät leviä tilallesi tai naapuriin ja lähialueelle.

b.) KOTIMAASTA eläimiä ostettaessa on syytä vaatia todistus lähtökarjan terveydentilasta.

Välitysvasikat ovat aina riski lypsykarjatilalle. Nautatilan salmonellavakuutus edellyttää ostoeläimen tutkimista salmonellan varalta jo lähtötilalla.

Porsastuottajien on syytä hankkia siitoseläimet vain terveysvalvontaohjelmaan kuuluvista sikaloista. Välitysporsaat ovat riski yhdistelmäsikaloille!

Siipikarjaa on syytä hankkia vain Siipikarjaliiton hyväksymistä jalostus-, siitos- ja kasvatuskanaloista. Ostajan on syytä pyytää myös ostoerän rokotustiedot.

### 2. Eläinten myynti

Kun toimitat tilasi eläimiä teurastukseen tai välitykseen, huolehdi siitä, ettei eläinten hakioiden tarvitse kulkea kaikkien eläintilojen läpi. Esim. ruokintapöydällä kulkeminen on kiellettyä. Sikaloissa on syytä olla erillinen lastaushuone. Nautatiloilla myytävät eläimet on hyvä itse siirtää ovelle, jos mahdollista. Eläinkuljettajille on syytä tarjota talon puolesta suojavaatetus ja -jalkineet sekä käsien ja saappaiden pesu- ja desinfiointimahdollisuus.

### 3. Rehut

Osta rehusi vain niiltä yrittäjiltä, jotka ovat ETT:n julkaisemalla POSITIIVILISTALLA (huom. jälleenmyyjät ja kivennäis- ja vitamiinivalmisteiden myyjät eivät kuulu positiivilis-

tatoiminnan piiriin). Listaa julkaistaan mm. Maaseudun Tulevaisuudessa ja Landsbygdens Folkissa ja sille pääsevät vain ne yrittäjät, jotka noudattavat salmonellan leviämistä estäviä toimenpiteitä.

Jos itse tuot maahan rehua, varmista, että tuontierä tutkitaan rajalla salmonellan varalta ja säilytä tutkimustodistus.

Sioille ei saa syöttää RUOKAJÄTETTÄ.

#### **4. Vierailijat**

Päästä eläinsuojiksi vain pakolliset vierailijat (lomittaja, siementäjä, eläinlääkäri, neuvoja, testaaja, karjantarkkailija, EU-tarkastaja, eläinkuljettajat tms).

Tarjoa vierailijoille talon suojavaatetus ja saappaat sekä käsien ja työvälineiden pesumahdollisuus. Desinfointiainealtaat ovilla ovat **oikein käytettyinä** hyvä suoja eläintauteja vastaan (puhdas liuos kävijöille, altaaseen vain pestyin saappain).

(Jos tilallasi käy ulkomaisia vieraita tai lomittajia varmistu, etteivät he ole olleet lähtömaassa tuotantoeläinten kanssa tekemisissä viimeiseen 48 tuntiin. )

#### **5. Ulkomaan matkat**

Pukeudu kertakäyttöisiin suojavaatteisiin, jos vieraillet ulkomaan matkoilla eläintiloilla. Metsästysmatkoilta ei saa tuoda eläinperäistä materiaalia mukanaan. (Huom. Sikarutto) Matkan jälkeen on parasta, jos voisit pysyä poissa omista eläintiloistasi vähintään 48 tuntia virustautien leviämisen estämiseksi. Matkan jälkeen saunominen, vaatteiden huolellinen pesu ja kenkien desinfektio kuuluvat asiaan matkalta palattuasi. Jos olet saanut matkallasi ripulin, varmistu ettet ole salmonellan kantaja. Tauti voi tarttua välitykselläsi tilasi eläimiin!

#### **6. Muut kotieläimet ja haittaeläimet**

Muiden kotieläinten paikka ei ole tuotantoeläintiloissa. Koiria ei tule päästää tuotantotiloihin ja kissojakin vain kohtuullinen määrä hiirien ja rottien hävittämiseksi. Älä syötä koirallesi ulkomaisia puruluuta salmonellavaaran vuoksi.

Haittaeläimet voivat toimia taudin levittäjinä, joten jyräjät kannattaa hävittää säännöllisesti ja rehut suojata linnuilta. Villilintuja ei tule ruokkia.

Myöskään eri tuotantoeläimet eivät aina kuulu yhteen. Jos tilallasi harjoitetaan turkistarhusta, on syytä noudattaa erityistä varovaisuutta ja käyttää eri jalkineita ja suojavaatetusta muissa kotieläintiloissa. Turkiseläinten rehut ja ulosteet saattavat levittää esim. salmonellaa muihin tuotantoeläimiin.

## **7. Tartuntaketjun katkaisu, tartuntapaineen lasku**

Tuotantotilojen yleisestä HYGIENIASTA huolehtiminen( säännöllinen lannanpoisto, kar-sinoiden ja parsien säännöllinen puhdistus, karpästen torjunta jne.) vähentää tautiriskiä. Eläintiheyden nousu lisää tartuntapainetta, sillä taudit leviävät eritteiden tai toisen eläimen kosketuksen välityksellä.

Kanaloissa ja lihasikaloissa on pyrittävä KERTATÄYTTÖÖN. Ikärakenteeltaan yhtenäisen eläinainees on vastustuskyvyltäänkin yhtenäisempi ja tautien vastustamisen kannalta suotavampi. Lisäksi tilat voidaan erien välillä puhdistaa tehokkaasti tartuntojen hävittä-miseksi.

OSASTOINTI sikaloissa, kanaloissa ja lihanautakasvattamoissa vähentää tartuntapainetta ja helpottaa infektioketjun katkaisua.

ITSESTÄÄN KUOLLEIDEN ELÄINTEN HÄVITYKSESTÄ huolehditaan lainmukaisesti.

## **8. Eläinten vastustuskyvyn lisääminen**

Eläinten vastustuskykyyn voi vaikuttaa monin tavoin.

Parantamalla eläinten OLOSUHTEITA ja kehittämällä TUOTANTOMENETELMIÄ sekä tarjoamalla mahdollisuuksia lajille ominaiseen käyttäytymiseen vähennetään eläinten ko-kemaa stressiä ja vaikutetaan vastustuskykyä parantavasti.

Porsastuotantosikaloissa ja kanaloissa vastustuskykyä parannetaan säännöllisen ROKO-TUSOHJELMAN avulla.

RUOKINNAN SUUNNITTELULLA, rehuanalyyseillä ja kuntoluokituksella varmistetaan oikea rehustuksen määrä ja laatu ja täten varmistetaan eläinten mahdollisuuksia pysyä ter-veenä.

## **9. Terveysthuolto ja tautiseuranta**

Liity terveysthuoltoon/tarkkailuun, lajikohtaisiin vapaaehtoisin vastustushjelmiin sekä meijereiden ja teurastamoiden tarjoamiin laatuohjelmiin.

Suosittelavaa on, että tilalle tehdään terveysthuoltosopimus, jonka puitteissa eläinlääkä-rin käynnit ovat säännöllisiä ennaltaehkäiseviä kontrollikäyntejä esim. 2-4 kertaa vuodessa ja tilalle laaditaan terveysthuoltosuunnitelma.

Huolehdi, että eläintesi sairauksista ja hoidosta pidetään tarkkaa kirjanpitoa.

## **10. Asenne, motivaatio, yhteistyö**

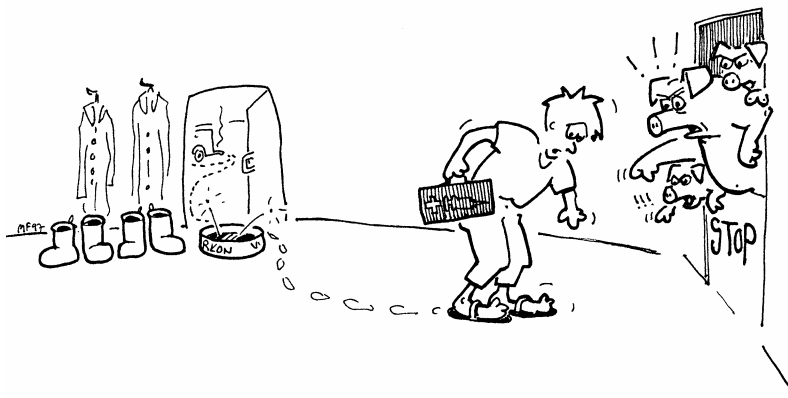
Tautien torjunta ei välttämättä vaadi suuria investointeja. Oikea asennoituminen päivittäis-in rutiineihin ja jatkuva valppaus parantaa tilasi tautisuoja nopeasti ja pysyvästi.

## JALKA-ALTAAT

- ◆ toimivat vain puhtaina
- ◆ aiv-kanisteri kansi avattuna on hyvä ja halpa ratkaisu
- ◆ altaassa käytetään tarkoitukseen soveltuvaa hapanta tai emäksistä desinfiointiainetta valmistajan ohjeen mukaan laimennettuna
- ◆ käytettävät desinfiointiaineet on valittava siten, että ne eivät pitkäaikaisessakaan käytössä aiheuta terveydellistä haittaa; valmistajan antamia käyttöturvallisuusohjeita tulee noudattaa
- ◆ liuoksen oltava tuoretta: vierailijoita varten valmistettu
- ◆ käyttötarkoitus: saappaiden desinfektio
- ◆ jalka-allas ei ole saappaiden pesua varten !

### Huom! (Altaassa viivytävä, jotta aineet vaikuttaisivat)

- Altaaseen vain puhtailla pestyillä jalkineilla, koska likaa ei voi desinfioida
- Superloni altaassa ei ole suositeltava
- Väärin hoidettu jalka-allas voi päinvastoin olla taudinaiheuttajien tyyssija ja edistää tautien leviämistä
- Jalka-altaan käyttö vaatii huolellisuutta, eikä muita tautisuojaustoimenpiteitä saa laiminlyödä
- Sopii esim. maitoauton kuljettajille, jotka käyvät vain maituhuoneessa
- Navetassa käyville vierailijoille suojajalkineet talon puolesta paras vaihtoehto



### Tila

- Tarjoa kävijöille erikseen varatut, asianmukaiset, puhtaat ja kuivat suojavaatteet ja -jalkineet. Säilytä suojavaarusteet kuivassa ja lämpimässä paikassa. Lämpimät saappaat ovat mukava yllätys.
- Käytä tarvittaessa (ainakin karanteeneissa sekä siipikarjatiloiilla) **tautisulkua**.
- Järjestä asianmukainen mahdollisuus käsien, jalkineiden ja työvälineiden pesuun; riittävästi lämmintä vettä, vesiletku, pesuharja, saippua ja puhdas pyyheliina.
- Varaa eläinlääkärin, seminologin tms. työvälineitä varten tukeva, esim. sanomalehdillä päällystetty, hyvin valaistu pöytätaaso.
- Hanki tilalle omat eläinten käsittelyssä tarvittavat työvälineet, kuten esimerkiksi sierainpihdit, potkurauta ja eläintenkuljetusköysi.
- Pyri järjestämään työt siten, ettei vierailijoiden tarvitse kulkea eläinten ruokintapöydillä eikä turhaan kosketella eläimiä. Älä kuitenkaan turhaan vaikeuta työskentelyä. Järjestä tarvittaessa apu työvoimaa paikalle.
- Tarttuvien tautien ennaltaehkäisy vaatii kaikkien osapuolten yhteistyötä. Karjanomistajalla on oikeus vaatia tilallaan käyville vierailijoilta asianmukaista tautisuojustumista.

### Vierailija

- Älä mene karjasuojaan omistajan tietämättä tai ilman lupaa. Tautisuojaus on yhteistyötä. Karjanomistaja on työnantajasi, joten ota huomioon hänen toivomuksensa.
- Käytä talon tarjoamia suojavaatteita ja -jalkineita, mikäli ne ovat käyttötarkoitukseen soveltuvat, kuivat ja puhtaat.
- Mikäli käytät omia suojavaarusteita, huolehdi siitä, että ne ovat puhtaat aina uudelle tilalle mentäessä. Pese ja desinfioi kätesi, jalkineesi ja mahdolliset työvälineesi lähtiesäsi tilalta.
- Mikäli lomittajana käyt saman työpäivän aikana useammalla eri tilalla, varaa jokaista tilaa varten omat suojavaarusteet tai käytä tilojen tarjoamia suojavaarusteita.
- Vältä tarpeetonta eläinten koskettelua ja liikkumista karjasuojassa. Älä kulje eläinten ruokintapöydällä, ellei se työsi takia ole välttämätöntä.

### Kaikille

Käy ulkomaanmatkan jälkeen saunassa, vaihda vaatteet ja desinfioi jalkineet. Pidättäydy mahdollisen tilakäynnin jälkeen 48 tunnin ajan menemästä Suomessa eläintiloihin. Ripuli- ja /tai kuumeoireiden esiintyessä mene lääkäriin ja teetä salmonellatutkimus. Älä tuo liha- tai maitotuotteita ulkomailta.

# Navetan toiminnallisuus

*projektipäällikkö Heini Raasakka  
toiminnallinen suunnittelu, agrologi Antti Pönkkö, Teknotiimi*

## **Teknologian siirto 2000-2006**

### **Maidontuotannosta huipputeknologiaa -projekti**

Maidontuotannon tekniikka on kehittynyt viime vuosina nopeasti. Tuotantoyksikköjen kasvaessa koneellistumisaste kohoaa. Tämä vaatii uutta osaamista tuotantoketjun kaikilla portailla. Uuden teknologian hyväksikäyttö parantaa työn tehokkuutta, työviihtyvyyttä ja tuo joustavuutta maitoalan yrittäjyyteen. Taloudellisuuden varmistaminen ja seuranta vaatii myös yrittäjän tuki- ja neuvontahenkilöiden vahvaa osaamista maidontuotannon teknologian alalta.

### **Uudet teknologiset virtaukset ja niiden soveltaminen**

Hankkeen kohderyhmänä on maidontuotannon neuvonta-, opetus- ja suunnitteluhenkilöstö. Tavoitteena on tämän henkilöstön tietotaidon kohottaminen vastaamaan maidontuotannon teknologian uuden vuosituhannen vaatimuksia. Heidän tehtävänsä on siirtää hankkeessa syntyvä tieto maidontuottajille ja tukea heitä uuden teknologian käyttöönotossa. Lisäksi hankkeella testataan monialainen workshop-tyyppinen toimintatapa, jolla hankitaan, työstetään ja siirretään tietotaitoa teknologian alalta.

### **Maakunnan asiantuntijaryhmä**

Tiedonhankinnan toteuttaa hankeryhmä, joka koostuu 20 maidontuotannon asiantuntijasta. Tietoa hankitaan Oulun seudun ammattikorkeakoulun kotimaisten ja ulkomaisten yhteistyötahojen kautta sekä alan laitevalmistajilta. Suomen sinänsä tehokas maidontuotantoketju on kohdannut historiansa suurimman uhan, yrittäjien työuupumuksen, yksikkökoon kasvaessa. Tämän ongelman korjaamiseen ei näköpiirissä ole muita vaihtoehtoja kuin maitotilojen tekniikan hyödyntäminen.

### **Yhteistyössä tuottajalta teollisuuteen**

Oulun seudun ammattikorkeakoulun luonnonvara-alan yksikkö järjestää Teknologian siirto 2000-2006 Maidontuotannosta huipputeknologiaa -hankkeen. Hankkeen päärahoittajana on Oulun Lääninhallitus ja hanke rahoitetaan Euroopan sosiaalirahaston ESR:n ja valtion opetushallinnon kautta. Hankkeeseen on myönnetty rahoitusta vuoden 2003 loppuun saakka. Hankkeen yhteistyötahoina ovat Oulun seudun luonnonvara-alan oppilaitoksen maa- ja metsätalouden toimipiste Muhoksella, Oulun Maaseutukeskus, Valio Oy, Osuuskunta Pohjolan Maito, Lihakunta, Maasyke ry, Raahen ammatillinen aikuiskoulutuskeskus, Pohjois-Pohjanmaan TE-keskus ja MTT Vakola.



## Teknotiimin työtuloksia

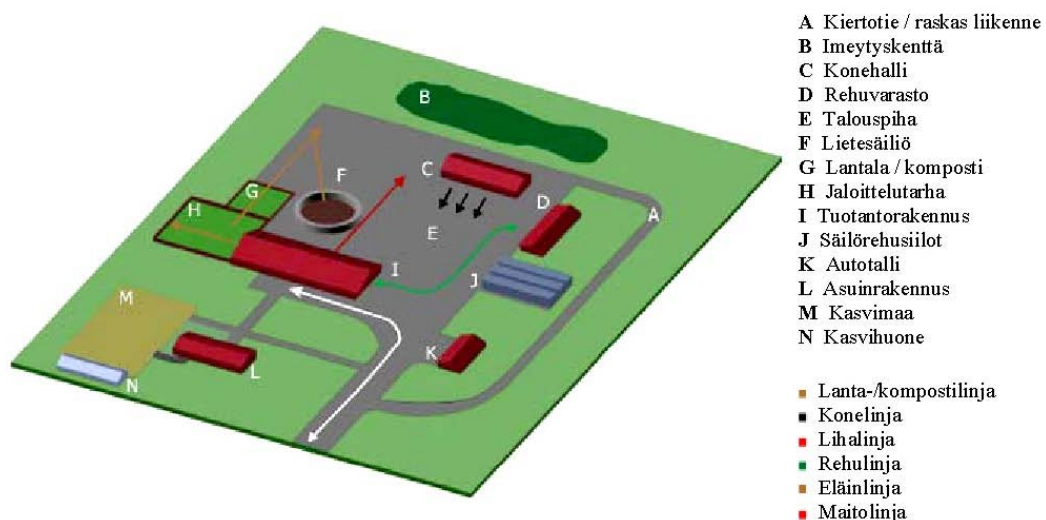
Teknotiimi hankkii tietotaitoa vierailemalla tilakohteissa, joihin on hankittu uutta teknologiaa ja alan messuilla sekä koti- että ulkomaalaisissa kohteissa. Kokoonnumme kerran kuukaudessa keskustelemaan ajankohtaisista aiheista ja tarvittaessa kutsumme alan asiantuntijan luennoimaan aiheesta Teknotiimille.

Järjestämme säännöllisesti maidontuotannon ajankohtaisiin teemoihin liittyviä koulutuksia:

- Tietotekniikkaa maaseudulle koulutus, koulutuspaketti maaseudulla vaikuttaville henkilöille talvi 2000-2001
- Navettasuunnittelun koulutusseminaari suunnittelijoille 13.-14.2.2001
- Maatalousneuvojen lypsy-/nurमितeknologiakoulutus 6.-7.6.2001
- Kasvavan karjatilan tulevaisuus, tekniikka ja kannattavuus 3.12.2001
- Koulutuspäivä tuotantorakennusten suunnittelijoille 12.3.2002  
”Maatilarakentamisen suunnitteluvaatimukset ja arkkitehtuuri”
- Seosrehupäivä 6.5.2002, järjestäjinä Teknotiimi ja 10 alueella toimivaa nautakarjatalouden yhteistyötahoa
- Säilörehun korjuupäivä 8.8.2002
- Koulutuspäivät maidontuotantorakennusten suunnittelijoille 12.-13.11.2002  
Toiminnallinen suunnittelu, maatilarakentamisen suunnittelu ja rahoitus, rehuketjujen suunnittelu, yleisimmät eläintaudit, maatilarakentamisen arkkitehtuuri sekä lypsyrobotin tilavaatimukset, optimisijoittelu ja laitevertailu
- Viljelijöiden päivä 13.12.2003  
Talous ja maito –uuden pihatton alkutaival, lihakarjan kolmivaihekasvatus, tehoa ja kannattavuutta maidontuotantoon
- Tietokoneavusteiset suunnitteluohjelmistot (AutoCAD, 3D Studio) –koulutuspaketti suunnittelijoille kevät 2003
- Ilmanvaihtopäivä neuvojille, opettajille ja suunnittelijoille 29.9.2003  
Tuotantorakennusten ilmanvaihdon mitoitus ja ilmanvaihtoratkaisut

Lisäksi olemme olleet osajärjestäjinä vuosittain järjestettävässä Pohjois-Suomen Nurmi-toimikunnan talviseminaarissa.

Hankkeen ensimmäisenä tuotoksena valmistui 2000-luvun maatalan logistiikkakaavio



- omat reitit koneille, lannalle, maidolle, eläimille ja rehulle  
- ei puhtaiden ja likaisten väylien risteyksiä

Hankkeen www-sivut <http://www.teknotiimi.maasyke.fi>

#### **Tuotantorakentaminen**

- Maatilalogistiikka
- Rakennussuunnittelu
- Toiminnallinen suunnittelu
- Pihatön suunnittelu
- Lannankäsittely
- Paloturvallisuus
- Sähköturvallisuus
- Ilmanvaihto

#### **Lypsyteknologia**

- Automaattilypsy
- Lypsy
- Lypsykone
- Parsinavetan lypsyjärjestelmät
- Pihatön lypsyjärjestelmät
- Maituhuone
- Työturvallisuus lypsytyössä

#### **Ruokintateknologia**

- Korjuuketju
- Ruokkijat

Hankkeen saavuttamaa tietotaitoa, joka on hyödynnettävissä netissä.

Sivuilta löytyy myös matkakertomus kansainväliseltä opintomatkaltaamme Tanskasta keväältä 2003, vierailimme tuolloin Agromek-messuilla, tanskalaisella maatalouden tutkimusasemalla ja paikallisissa maatilakohteissa

[http://teknotiimi.maasyke.fi/dokumentit/teknotiimi/matkaraportti\\_tanska.pdf](http://teknotiimi.maasyke.fi/dokumentit/teknotiimi/matkaraportti_tanska.pdf)

#### **Julkaisut**

Toiminnallisen suunnittelun opas



Julkaisua voi tilata:

Projektipäällikkö Heini Raasakka

[heini.raasakka@oamk.fi](mailto:heini.raasakka@oamk.fi), gsm 050-3416899,

Julkaisu löytyy myös sähköisessä muodossa osoitteessa: <http://www.teknotiimi.maasyke.fi>

Opas on maksuton vuoden 2003 loppuun saakka.

Ensimmäisessä julkaisussamme käsitellään eläinten hyvinvointia, rakennusprojektin vaiheita, eläin- ja aputilojen toiminnallista suunnittelua ja suunnittelun erityiskohteita (LVIS). Opas sisältää pohjaratkaisumallipiirroksia.

Toinen julkaisu, Navetan ilmanvaihto-opas, on työn alla ja tavoittemme on saada se valmiiksi marraskuussa 2003.

Jatkossa Teknotiimin tietotaito tiivistetään opintokokonaisuudeksi.



## Maaseuturakentamisen erikoistumisopinnot

20 aloituspaikkaa

**Opetuskieli:** Suomi

**Opetusmuoto:** Monimuoto

**Opiskelun kesto:** 12 kk

**Opiskelun alkamispäivä:** 1.1.2004

**Hinta:** Maksullinen, hinta enintään 168 €, kansainvälisen opintomatkan kustannuksin osallistuvat osin opiskelijat.

**Kohderyhmä:** Rakennustekniikan tai luonnonvara-alan opisto- tai ammattikorkeakoulututkinnon suorittaneet henkilöt

**Yleiskuvaus opinnoista:** Opintojen tavoitteena on syventää suunnittelijoiden ja asiantuntijoiden ammattitaitoa elinvoimaisen ja modernin maaseudun rakentamisessa. Opinnoissa sovelletaan monipuolisesti rakennustekniikan, korkean teknologian ja luonnonvara-alan osaamista. Tavoitteena on täydentää rakennusalan suunnittelijoiden ja luonnonvara-alan neuvojen valmiuksia toimia maaseudun rakennusprojekteihin liittyvissä tehtävissä.

**Opintosuunnitelma:** yhteensä 20 ov sisältäen opintojaksot

5 kpl, suunnitteluprojektin ja ulkomaan opintomatkan

- Johdatus maaseuturakentamisen perusteisiin
- Tietokoneavustetun suunnittelu
- Maatilan logistikka ja tuotantorakennusten toiminnallinen suunnittelu
- Jätehuolto, LVI, paloturvallisuus
- Tuotantorakennusten rakenteiden suunnittelu ja rakentamisen toteutus
- Suunnitteluprojekti
- Kansainvälinen opintomatka

**Lisätietoja ja yhteyshenkilö:** Projektipäällikkö Heini Raasakka, (08) 312 6933 tai 050 341 6899. Lisätietoa Teknologian siirto 2000–2006 – maidontuotannosta huipputeknologiaa -hankkeesta ja Teknotimistä on osoitteessa [www.teknotimi.maasyke.fi](http://www.teknotimi.maasyke.fi)



OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULU  
Luonnonvara-alan yksikkö



METSÄKOULUNTIE, 90650 OULU  
PUH. (08) 312 6011, FAKSI (08) 312 6999  
[www.oamk.fi](http://www.oamk.fi)

# Toimivuutta laidunnukseen ja jaloitteluun

*DI Maarit Puumala, MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola)*

Eläinsuojelulainsäädännön edellyttämä lypsykarjan ulkoiluttaminen kesäaikana tulee pakolliseksi vuonna 2006. Niille tiloille, joilla laitumet ovat lähellä ja laidunala on niin paljon, että syötävää riittää koko kesäksi, säädös ei aiheuta suurta päänvaivaa. Sen sijaan tilat, jotka ovat laiduntaneet osan kesää tai eivät lainkaan, joutuvat miettimään uusia ratkaisuja.

Lypsylehmien kesäaikainen laiduntaminen on meillä perinteinen tuotantotapa. Ongelma-kohteita laitumilla ovat mullokselle kuluvat kulkureitit ja -aukot sekä juomapaikkojen edustat. Huonosti läpäisevillä mailla tämä ongelma korostuu sateisina kesinä ja syksyisin. Maissa, joissa laidunkausi on pitkä, jopa ympärivuotinen, on rakennettu laitumille johtavia lehmäraitteja. Niiden tarkoituksena on vähentää laitumien tuhoutumista ja siitä johtuvaa uusimistarvetta sekä pitää lehmät puhtaampina. Soraa pidetään hyvänä materiaalina kulkureitteihin. Se voidaan vaihtaa uuteen tarpeen mukaan. Rakenteena voisi olla noin 15 cm tiivistettyä soraa ja sen päällä noin 5 cm luonnonsoraa. Toinen vaihtoehto olisi jonkinlainen kiinteä pohja ja sen päällä mahdollisesti hiekkaa tai kuoriketta. Pelkän sorapinnan etuna jälkimmäiseen verrattuna on, että se voidaan helpommin "purkaa", jos raittia ei myöhemmin enää tarvita. Kulkureitit laitumelle kannattaa aidata, jos kuljetusmatka laitumelle on pitkä.

Raittien lisäksi on tarvetta vahvistaa kulkuaukkojen ja juottopaikkojen maapohjaa. Karkean kivimateriaalin käyttö mutaisten kulkuaukkojen ja juomapaikkojen kunnan parantamiseen on tuotantoneuvojen mukaan tilapäinen ratkaisu ja epätasaisena huono lehmien jaloille. He suosittelevat alueille pehmeämpiä materiaaleja, joista yhtenä esimerkkinä seuraava rakenne: kaivetaan maata pois noin 0,7 metrin syvyydeltä, vuorataan syntynyt kuoppa suodatinkankaalla, kuopan pohjalle noin 55 cm:n paksuudelta hyvin karkeaa (37 – 50 mm) soraa, soran päälle maanrakennustekstiili ja sen päälle noin 10 cm haketta. Jos alueella liikutaan traktorilla, hakkeen tilalla toimii paremmin hieno hiekka tai kivituhka. Tarvittaessa alue myös salaojitetaan.

## **Eläinrakennukseen liittyvät alueet**

Laidunnuksen liittyen eläinrakennuksen uloskäynnin kohdalle tulee tehdä riittävän tiivis "poistumis- ja sisäänjonottamisalue". Tätä aluetta koskevat samat suunnittelu- ja toteutuslähtökohdat kuin varsinaisia jaloittelutarharatkaisujakin. Jaloittelualan suunnittelu lähtee liikkeelle paikan valinnasta, jota ohjaavat monet ympäristönäkökohdat. Myös ilmansuunnat ja ympäröivät rakennukset on otettava huomioon.

Tarhan pohjarakenne on suunniteltava käytön ja pintarakenteen mukaan. Kun tehdään tiivis pohjaista tarhaa, pohjarakenteen on oltava routimaton 1–1,5 m:n syvyyteen asti. Pienemmät kerrospaksuudet ovat mahdollisia silloin, kun tarhaa ei käytetä talviaikaan, ja höyrytä lumi suojaa tarhaa. "Pehmeissä" tarhoissa voidaan käyttää ohuempia pohjarakennekerroksia. Niissäkin rakenteen on oltava sen paksuinen, että pohjamaa ei pääse sekoittumaan

pintakerrokseen. Rakennekerrosten tarkoituksena on myös sitoa ja johtaa kosteutta, jolloin tarhan pinta pysyy käyttökelpoisena.

Toimivaksi ratkaisuksi on osoittautunut tarha, jossa osa jaloittelutarhasta on tiivispohjaista ja osa pehmeää ns. vaihtopohjaista. Tiivispohjainen osa on heti eläinrakennuksen vieressä ja vaihtopohja hiukan etäämpänä. Runsaiden sateiden jälkeen voidaan vaihtopohjainen tarhanosa sulkea muutamaksi päiväksi pois käytöstä ja antaa sen kuivua rauhassa. Lehmiä voidaan kuitenkin ulkoiluttaa tiivispohjaisella alueella. Suurimman osan ajasta eläimillä on käytössään kuitenkin enemmän tilaa kuin pelkkä tiivispohjainen alue.

## **Tilan tarve ja varusteet**

Tarhaneliöiden määrä on pitkälti viljelijän omassa harkinnassa, sillä yksiselitteistä mitoitustohjetta neliö/eläin ei ole olemassa. Luomutuotannon ohjeessa minimi on 5 m<sup>2</sup>/lehmä. MTT:n tekemien selvitysten perusteella hyvässä tarhassa tulisi olla kiinteäpohjaista tarhaa 4-5 m<sup>2</sup>/lehmä ja lisäksi vaihtopohjaista tarhaa. Yhteensä tarha-alaa voisi olla 10 m<sup>2</sup>/lehmä. Jos tarhassa ei ole ruokintaa tai jos eläimet ulkoilevat ryhmissä riittää pienempikin ala.

Mikäli lehmillä ei ole vapaata pääsyä eläinrakennukseen, tarhassa on oltava tarjolla vettä. Myös ruokinta on monesti tarpeellinen. Joissakin tapauksissa ruokaa pidetään tarhassa houkuttimena, jolla lehmät saadaan ulkoilmaa haistelemaan. Jos tarhassa on tarjolla ruokaa ja vettä, sijoitetaan ruokintahäkit ja vesikupit tiiviille pohjalle ja huomioidaan sijoittelussa, että ne eivät estä kulkua eläinrakennukseen ja sieltä ulos.

Pihapiiriin tulevan tarhan aitojen suunnittelu ja toteutus on haastava tehtävä, koska tarha on osa maisemakokonaisuutta. Pienissä jaloittelutarhoissa voidaan käyttää tukevia puurakenteisia aitoja, joissa on pylväät 3 metrin välein. Suositeltava aidan korkeus on 160 cm, jolloin talvellakaan eläimet eivät kiipeä yli aidan. Jaloittelutarhoja suunniteltaessa kannattaa hyödyntää olemassa olevia rakennuksia ja rajata alue mahdollisuuksien mukaan niihin, jolloin säästetään aitauskustannuksissa. Rakennusten ulkoseinien suojaus on kuitenkin mietittävä; kiviseinä ei suojausta kaipaa, mutta muut on syytä suojata eläinten hankaukselta.

## **Valumavesiongelma**

Tiivispohjaisesta tarhasta kertyy melkoinen määrä valumavesiä, joiden ravinnepitoisuus on korkea ja hygieeninen laatu huono. Valumavedet ovat laadultaan lähes yhdyskuntajätevesien luokkaa. Ohjeiden mukaan ne tulee kerätä ja käsitellä asianmukaisesti. Valumavesien keräily ongelmana on jäätyminen. Sähkövastuksen avulla kaivot saadaan pysymään sulana, mutta se kuluttaa energiaa ja menetelmän kannattavuutta on arvioitava tapauskohtaisesti. Kaivojen jäätyminen vuoksi sulamisvedet saattavat tulvia tarhan ulkopuolelle. Tällöin tarvitaan "reunat" tarhan ympärille estämään hallitsematonta valuntaa. Varmatoimisin keräilytapa on valuttaa vedet suoraan keräilyaltaaseen.

Valumavesiä vähennetään tarhan kattamisella. Katetaanko tarha kokonaan vai osittain on harkittava tapauskohtaisesti. Runsaimmalle kuormitukselle joutuvat alueet kannattaa kattaa etenkin, jos tarha on käytössä ympäri vuoden.

Myös vaihtopohjaisesta tarhasta kertyy valumavesiä, tosin huomattavasti vähemmän kuin tiiviiltä pohjalta. Näiden vesien ravinnepitoisuudet ja muut epäpuhtaudet ovat pieniä, mutta niitäkään ei voi käsittelemättöminä päästää luontoon.

# Luomusikala Suomen olosuhteissa

*arkkitehti Tapani Kivinen, MTT Maatalousteknologian tutkimus (Vakola)*

## Johdanto

Maatilatalouden kehittämisrahaston (Makera) rahoittama luomusikalan tutkimus- ja kehittämishanke on valmistunut. Hankkeessa on luotu maamme ilmasto-olosuhteisiin sopivia tuotantorakennusten toiminnallisia ja rakenteellisia malliratkaisuja, jotka on tarkoitettu etupäässä perheviljelmäkokoon sopiviksi. Yhdistelmäsikaloita on 4 erikokoista versiota 40 emakon yksiköstä 192-paikkaiseen malliin. Lihasikaloita on 5 erilaista mallia, joissa on vaihtoehtoja niin runsaan kuivituksen kuin lietelantaratkaisun puolustajille. Vanha tuttu purupohja on yksi vaihtoehto ja uutena on malli sikojen kylmäpihatosta. Malleissa korostuvat sikojen hyvinvointikysymykset sekä eläinten ulkoilun merkitys. Luomuohjeissa rakennukselta ei vaadita samaa ekologisuutta, mitä itse tuotannolta edellytetään. Tutkimuksessa onkin paneuduttu siihen, miten rakennustekniikalla myötävaikutetaan ekotehokkuuteen. Näin koko tuotantoympäristö – eläimet ja rakennukset – ovat harmonisesti saman tuotantofilosofian mukaisia.

Valvottua luonnonmukaista kotieläintuotantoa on Suomessa harjoitettu 1980-luvun alusta lähtien. Ohjeistuksen ja valvonnan on hoitanut Luomuliitto ry. EU-lainsäädännön ja elokuussa 2000 annettujen kansallisten ohjeiden myötä luomutuotannon ohjeistus ja sen valvonta siirtyi Kasvintuotannon tarkastuskeskukselle KTKK:lle. Luomusianlihan tuottajia on tällä hetkellä 21 kpl. Luomutilojen määrä ei kuitenkaan ole viime vuosina lisääntynyt luomusianlihan kysyntää vastaavasti. Syynä tähän on osaltaan ollut se, että markkinoilta saatu lisähinta ei ole kattanut kaikkia lisäkustannuksia ja tuotteista saatu hintataso ei ole vakiintunut. Lihan markkinointi kuluttajille on tapahtunut pienten teurastamoiden kautta tai suoramyyntinä tiloilta. Useilla luonnonmukaista sianlihantuotantoa harjoittavilla tiloilla siat kasvatetaan edelleen vanhoissa tuotantorakennuksissa, sillä uuden luonnonmukaisen tuotannon ohjeet täyttävän tuotantotilan rakentaminen on koettu kalliiksi. Tämän lisäksi alalta on puuttunut uusien ohjeiden mukaisesti suunniteltujen luomusikaloiden toiminnallisia malleja.

## Sikalamallien kehitysprojekti

MTT maatalousteknologian tutkimuksen (Vakola) kehityshankkeen tarkoituksena on ollut luoda maamme olosuhteisiin sopivia sikalamalleja ja siten poistaa tuotannon esteitä. Tutkimus- ja kehityshanke on ollut yhteistyöprojekti, jossa toiminnallisten mallien kehittelyyn on kirjoittajan lisäksi osallistuneet rkm. Seppo Jokiniemi Farma-Maaseutokeskuksesta ja MMM Arja Peltomäki Luomu-Liitto ry:stä. Arvokkaan käytännön kokemuksen ja tietämyksen projektiin on tuonut hausjärveläinen luomusianlihan tuottaja Oke Laitinen, jonka tilalle suunniteltiin hankkeen pienin malli, 40 emakon yhdistelmäsikala. Mallirakennuksen puurakenteet suunnitteli RI Veli-Matti Westman VTT:n Rakennus- ja yhdyskuntasuunnittelusta. Mallirakennuksen ekologisia materiaalivalintoja ja rakennustekniikoita kehittäli

arkkitehti Juha-Pekka Riuttamäki TKK:n Arkkitehtiosaston Luonnonmukaisten rakennusaineiden tutkimusyksiköstä. Mallirakennusta ei projektin aikana ehditty rakentaa, mutta siihen liittyvä tieto on dokumentoitu raporttiin ja se on sovellettavissa kaikkiin luomusikalalleihin, myös tavanomaiseen rakentamiseen.

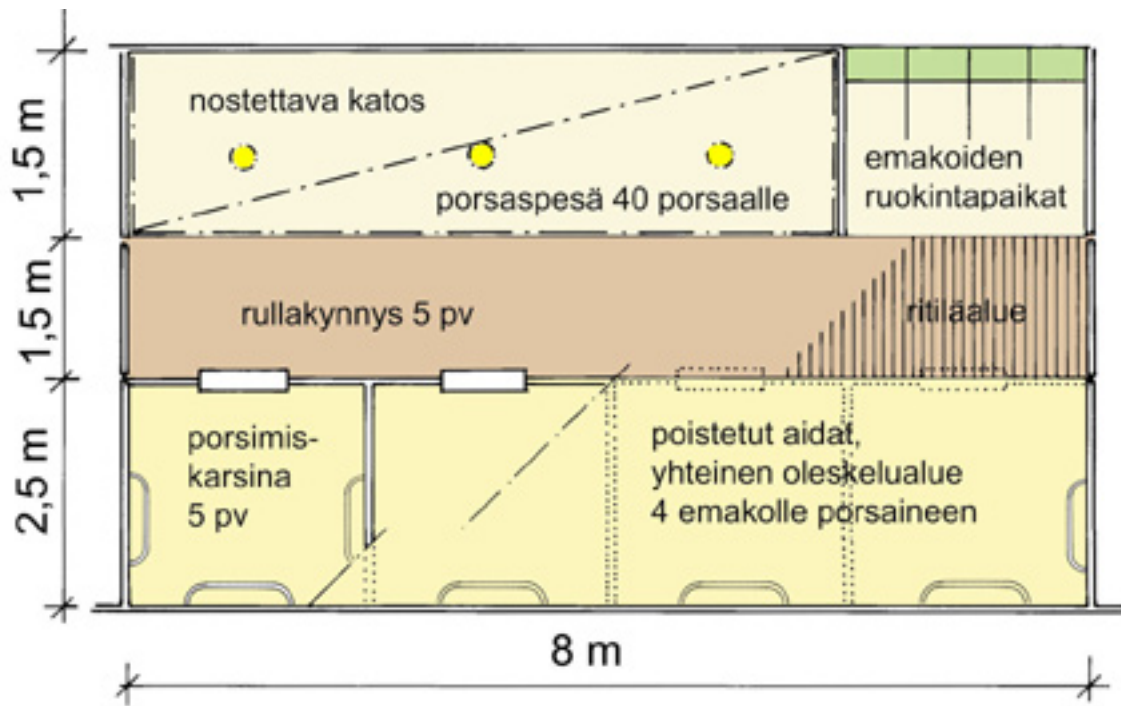
## **Mitoituksesta**

Eläinpaikkamääriä pitää tarkastella luomun ehdoin, koska se vaikuttaa rakennuksen laajuuteen. Emakon vuosikierto on tavanomaiseen verrattuna hieman hitaampi. Syynä tähän on 6 viikon imetysaika sekä karsinavaihoista ja –pesuista aiheutuva lisäaika. Luomussa emako porsii parhaimmillaankin enintään 2,1 kertaa vuodessa. Vieroituksessa voidaan erottaa kaksi erilaista kasvatuslinjaa: 20-kiloisina välitykseen toimitettavia porsaita kasvatetaan vieroituskarsinoissa 4 viikkoa, jolloin koko porsitussikalavaihe kestää porsaan osalta yhteensä 10 viikkoa. Jos porsaat kasvatetaan yhdistelmäskalassa samalla tilalla, porsaita kannattaa kasvattaa vieroituksessa noin 12 viikkoa 30 kiloon asti. 30 kilon kohdalla vaihtuu pinta-alavaatimus, jolloin lihasikalalan puolella karsinat voidaan mitoittaa tästä kokoluokasta ylöspäin. Tavoitteena on rakentaa kullekin painoluokalle täsmäneliöt, jolloin hukkaneliöitä ei tarvita kasvatuksen alku- eikä loppupäässä. Lihasikalassa karsinakoko on jaettu 30–85 kiloille ja 85–110 -kiloille. Viime mainitut kuuluvat loppulihotusvaiheessa oleviin sikoihin. Kun loppulihotus kestää korkeintaan 1/5 sikojen elämästä, ei ulkoilua tarvitse järjestää. Käytännössä loppulihotus kestää 4 viikkoa eli alle 1/5 vaatimuksen. Ulkoilutilojen rakentamatta jättäminen loppukasvatuksessa olevilta keventää rakennusinvestoinnin määrää. 500 lihasian kasvatusskalassa neliöiden täsmärakentaminen säästää lattia-alaa liki 80 m<sup>2</sup> verrattuna siihen, että kaikki karsinat mitoitettaisiin suurimman vaadittavan väljyyden (1,3 m<sup>2</sup>/sika) mukaan. Luomulihasian kokonaiselinaika syntymästä teurastukseen on 26 viikkoa. Tämä on tavoiteluku, joka voi käytännössä olla pitempi, jopa yli 30 viikkoa.

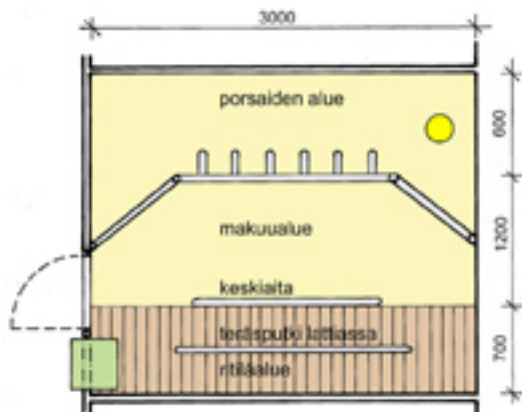
## **Porsituskarsinat**

Luomusikalalan ehkä tärkein suunniteltava kohde on porsitusosasto. Porsitukseen kiteytyy emakon hyvinvointi sekä lajille tyypilliset käyttäytymismallit. Porsaiden hyvinvointi ja mahdollisimman joutuisa kasvuun lähtö ovat yhtä lailla tärkeitä, koska ne vaikuttavat koko sikalan taloudelliseen tulokseen. Emakon ja porsaiden hyvinvoinnin fyysiset raamit ovat vastakkaisia taloudellisen tuloksen ja työnkäytön näkökulmasta. Luomussa emakkoa ei saa kytkeä ja porsitushäkki on kielletty. Tämä voi johtaa alle jäämisriskin kasvaessa lisääntyvään porsaskuolleisuuteen, jota pitää torjua karsinan ominaisuuksilla. Emakon pesänrakennusvietetin takia oljen käyttö on erityisen suotavaa.



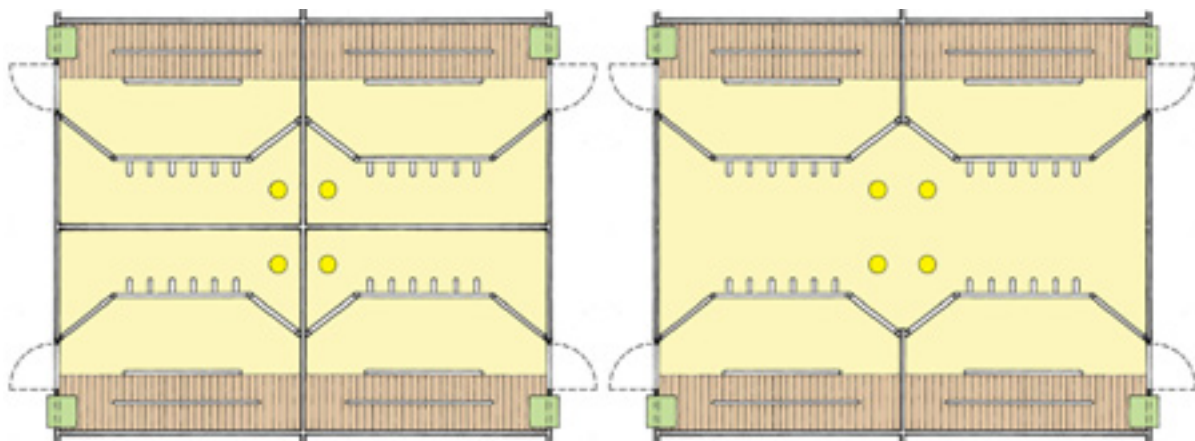


Kuva 1. Porsituskarsina 4 emakon ryhmälle, tilaa on 11 m<sup>2</sup> emakkoa kohti.



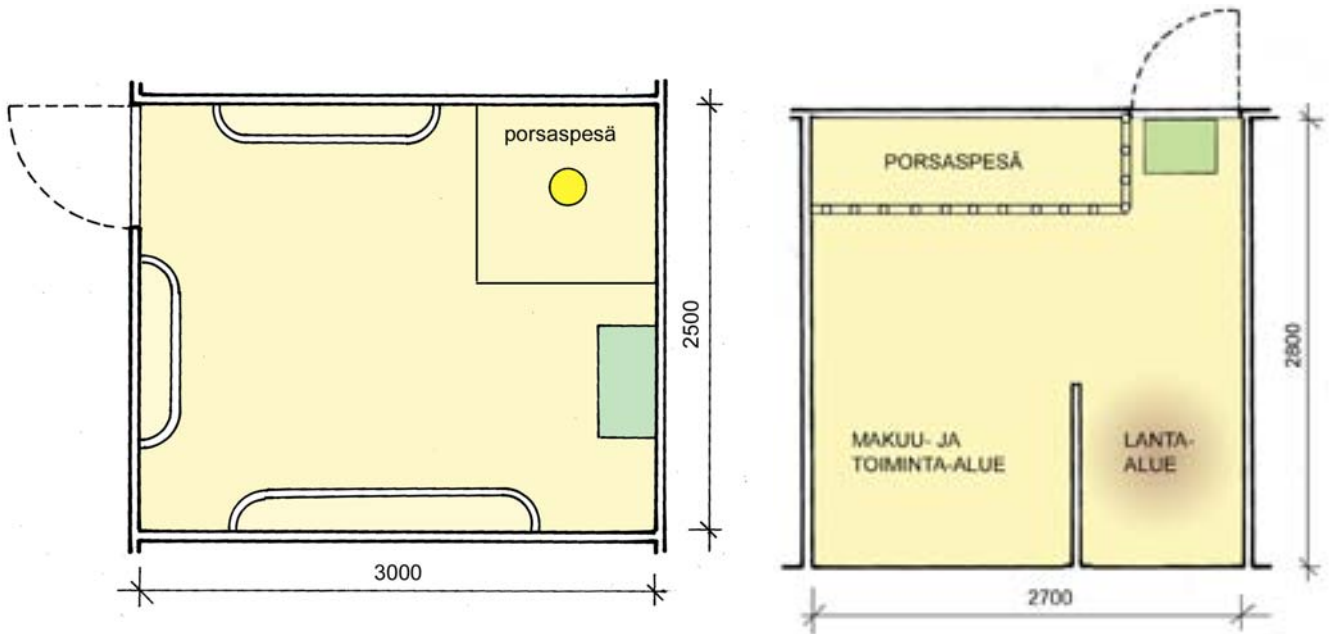
Kuvat 2-3.

Esimerkki 7,5 m<sup>2</sup> kokoisesta yksilöporsituskarsinasta, jota ryhmittelemällä voidaan aikaansaada ryhmäporsitusta muistuttava tilanne, jossa emakot ovat omissa oloissaan, mutta porsaat pääsevät liikkumaan vapaasti emakolta toiselle



Porsituskarsinoista on esitetty yksi ryhmäkarsinamalli sekä viisi erilaista yksilöporsituskarsinaa. Ryhmämallissa neljä emakkoa porsaineen viettää ensimmäisen viikon omassa pilttuussaan kuitenkin siten, että emakko pääsee rullakynnyksen yli karsinan yhteiselle ruokintapaikalle. Viikon jälkeen imetyskarsinoiden väliaidat poistetaan, jolloin syntyy väljä yh-

teiskarsina. Porsaille on iso porsaspesä. Pinta-alaa on kaikkiaan 11 m<sup>2</sup>/emakko porsaineen, kun minimi on 7,5 m<sup>2</sup>. Yksilökarsinat ovat minipinta-alan mukaisia. Yksilökarsinat perustuvat pitkälti saksalaisiin ja sveitsiläisiin malleihin, joista on jo vuosien käyttökokemukset. Yksi uusi malli perustuu puolalaiseen ideaan karsinan toiminnallisesta jakamisesta lantasioon sekä emakon ja porsaiden omiin alueisiin. Malli toimii myös niukasti kuivitetuna lieteversiona. Luomuohteissa on pinta-alavaraus imettävien emakoiden ulkoilualuetta varten. Toisaalla ohjeissa sanotaan, että ulkoilu ei ole pakollista imettävälle emakolle. Esite-tyissä sikalamalleissa imettävälle emakoille ei ole osoitettu ulkoilutarhaa.



Kuvat 4-5. Esimerkkejä erilaisista yksilöporsimiskarsinoista, mitoitus 7,5 m<sup>2</sup> emakkoa kohden.

## Joutilasosasto

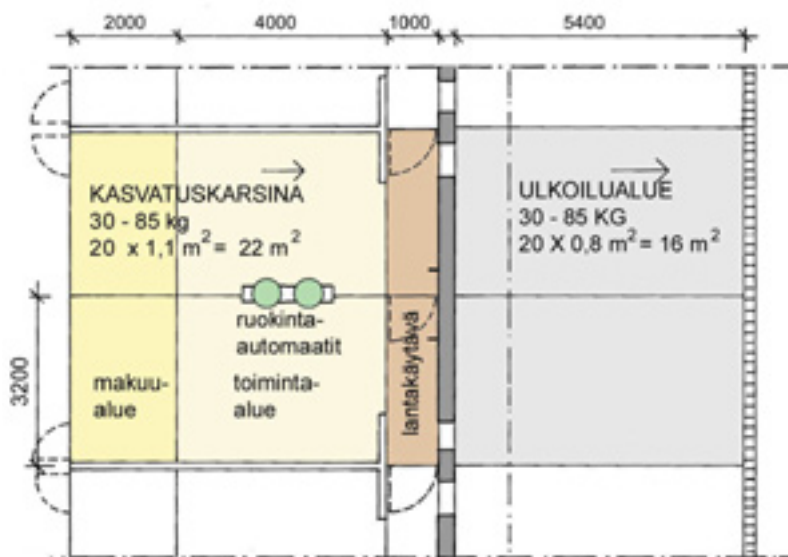
Astutus- ja joutilasosaston yleisratkaisuksi esitetään pihattomallia. Jokaisella eläimellä on ruokintahäkki, jonka takaosassa on ritiläalue ja sen takana kuivitettu makuu- ja aktiviteetti-alue. Kuivitusalue ei ole kestokuiviketyyppinen, vaan sitä puhdistetaan määrävällein luokkaa kerran viikossa. Karjujen ja ensikoiden karsinat ovat samassa rivissä joutilaiden kanssa, jolloin osaston hoitotyöt tehdään yhdellä työvaiheella. Jokaisesta karsinasta on eläinluukku ulkoilualueelle.

## Vieroituskarsinat

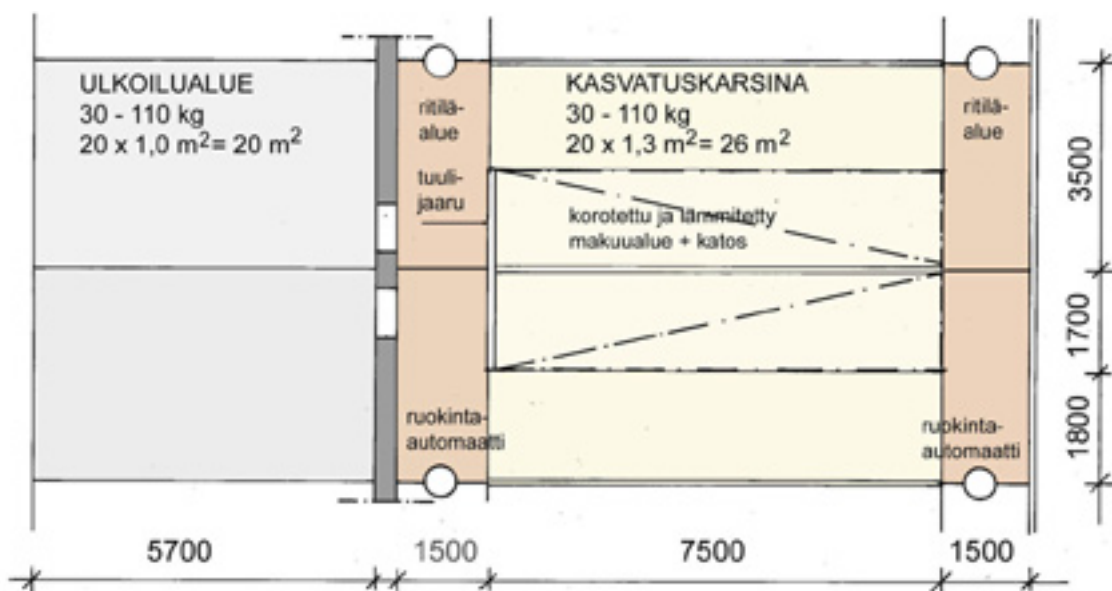
Vieroitettujen porsaiden karsinoiden esitetään ns. kaksoisilmastoratkaisua, jossa porsaiden makuualue on hoitokäytävän puolella ja aktiviteetti- sekä ruokinta-alue ulottuu ulkoseinään asti. Ulkoseinän vieritse kulkee lantakäytävä, josta edelleen luukun kautta ulkoalueelle. Vieroitettujen ruokinta perustuu ruokinta-automaatteihin. Sveitsiläisten tutkimusten mukaan yksi automaatti kymmentä sikaa kohti on sopiva mitoitus silloin, kun eläimen hyvinvointi halutaan varmistaa. Karsinat on mitoitettu kahdelle pahnueelle eli 20 porsalle, jolloin automaattille ei tule yli- eikä alimitoitusta eläinpaikkojen suhteen.

## Lihasikakarsinat

Lihasioille on kehitetty useita karsinaratkaisuja. Perusmalli on 20-paikkainen, jolloin yhdistelmäsikalassa vieroitettut ryhmät jatkavat samassa kokoonpanossa aina teuraaksi asti. Perusmalleja on sekä olkikuivitukselle että pelkästään lietalantaratkaisulle, jos oljen käyttö nähdään suurena esteenä luomusian kasvatukselle. Pelkkiä lihasikaloita varten on kehitetty 30-paikkainen karsinatyyppi, jossa makuualue on runsaasti kuivitettu ja ritiläalueella erotettu ruokinta-alueesta. Myös 50 lihasialle mitoitettu purupohjamalli on mukana yhtenä karsinavaihtoehtona. Pisteenä iin päällä on eristämätön kylmäkasvatusvaihtoehto, jossa kukin karsina on mitoitettu 30 lihasialle. Kylmäpihatossa on olkipohja, johon olkea lisätään päivittäin ja se tyhjennetään jokaisen kasvatuserän jälkeen. Lihasioille on eristetty kennelalue olkipohjalla.



Kuva 6. Olkikuivitukselle ja kuivalantajärjestelmälle perustuva 20 lihasian kasvatuskarsina 30–85 -kiloisille. 85–110 -kiloisille karsinan pinta-ala on 26 m<sup>2</sup>.



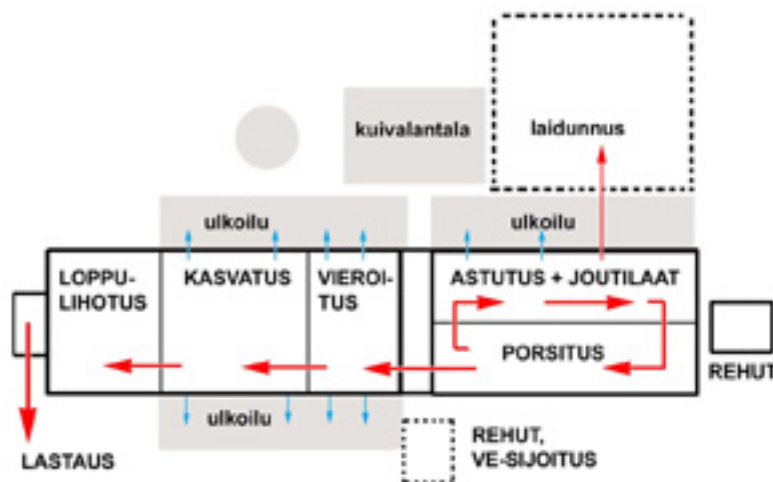
Kuva 7. Lietalantaratkaisulle perustuva 20 lihasian kasvatuskarsina, joka on mitoitettu suurimman pinta-alavaatimuksen mukaisesti ja se soveltuu alkukasvatukseen ja loppulihotukseen.

## Kuivitusoljen tarve

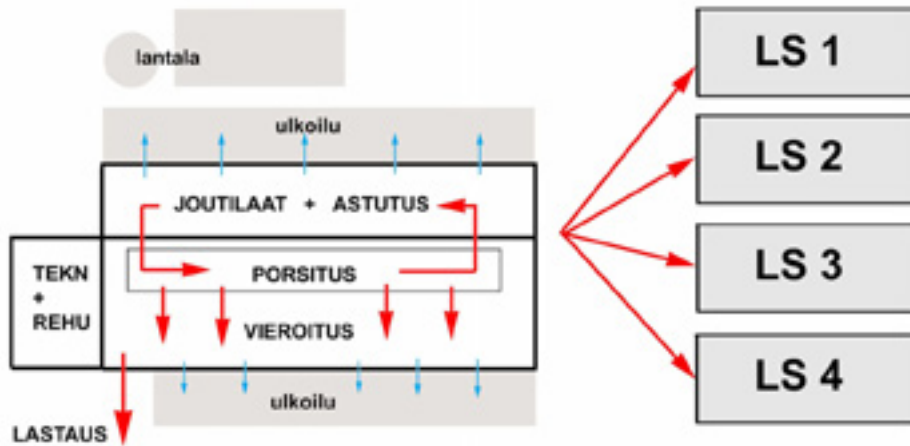
Kuivikeoljen varastoinnin ja levityksen kannalta tavoite on työmäärää lisäävä, samalla kun lannanpoisto tapahtuu kuivalantamenetelmällä. Kuivikeoljen käyttö joutilaille ja lihasioille on suotavaa, koska se lisää sian aktiivisuutta ja estää mahdollista häiriökäyttäytymistä. Tarvittavan oljen määrää on tutkittu Itävallassa. Olki toimi kuivike- ja virikemateriaalina hyvin silloin, kun päivittäinen annos oli 90 – 270 gramma per sika. 90 g alittavat määrät eivät enää riittäneet ja sikojen mielenkiinto kohdistui lajitovereihin ja häiriökäyttäytyminen lisääntyi. Oljen lisäys yli 270 g ei enää tuonut lisäarvoa hyvinvointiin. Edellä kuvatut luvut ovat keskiarvoja koko sikalassa, jolloin eri osastoilla voidaan käyttää eri olkimääriä. Porsituksessa olkitarve on suurin juuri pesänrakennusaineena. Oljen tarvetta voidaan arvioida 40 emakon yhdistelmäsisikalassa. Vuoden kokonaistarve 100 g päiväkulutuksella on 41 500 kg. Vastaavasti 270 g kulutuksella luku on 112 200 kg. Jos luomutila korjaa oljen omilta luomupelloiltaan, jossa on viljelty luomuohraa ja –kauraa ovat tarvittavat korjuualat vastaavasti 21–56 hehtaaria. Kuivikeoljen luomutila voi tietenkin ostaa tilan ulkopuolelta eikä sen tarvitse olla luomuolkea. Tavanomaisilta ohra- ja kauraviljelmiltä olkea riittää 10 – 28 hehtaarilta.

## Toiminnalliset pohjakaaviot

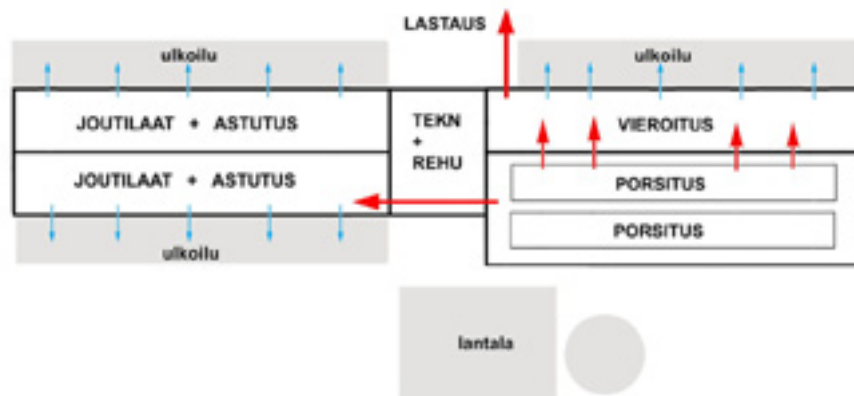
Kokonaisten sikalarakennusten toiminnallisissa malleja on suunniteltu 40, 64, 96 ja 192 emakon kokoluokkiin. Rakennuksissa on kahtiajakoinen ajattelutapa. Yhdistelmätuotanto sopii luomun filosofiaan hyvin, ja niinpä pienemmät 40- ja 64-paikkaiset yhdistelmät rakentuvat yhteen rakennusrunkoon, jonka runkoleveys on 16 metriä. Pituus määräytyy eläinpaikkojen mukaan ja rakennusta voidaan laajentaa molempiin suuntiin. 96-paikkainen emakkosikala on itsenäinen ja voi toimia pelkkänä porsitussikalana tai osana yhdistelmäsisikalaa. Tällöin porsitussikalana viereen rakennetaan erillinen lihasikala, joka voi olla mikä tahansa esitetystä viidestä kasvatussikalamallista. Käytännössä lihasikalan malli määräytyy pitkälti tilalla jo olevien kuivitus- ja lantaratkaisujen sekä ruokintalaitteiden perusteella. 192-paikkainen porsitussikala laajennetaan joko rakentamalla peilikuva alkuperäisestä tai rakentamalla joutilaspihatto sekä muuttamalla alkuperäisen sikalan osastojärjestelyjä.



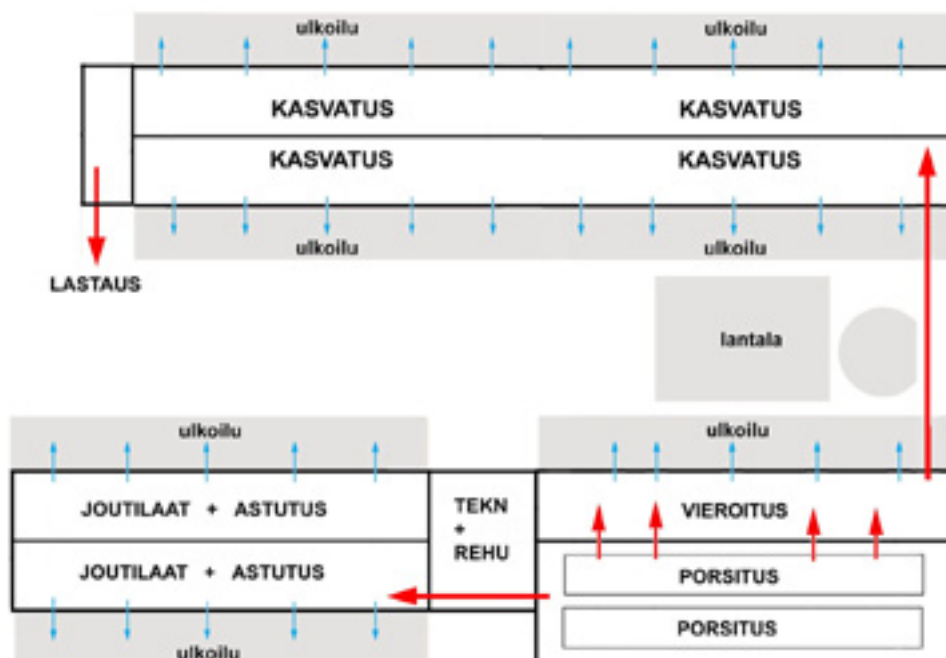
Kuva 8. Toiminnallinen kaavio 40 ja 64 emakon yhdistelmäsisikaloille. Porsitus- ja lihasikala ovat samassa rakennusrungossa, jota voidaan tarvittaessa laajentaa molempiin suuntiin.



Kuva 9. Toiminnallinen kaavio 96 emakon porsitussikalalle. Rakennuksen viereen voidaan valita useita eri lihasikalavaihtoehtoja.



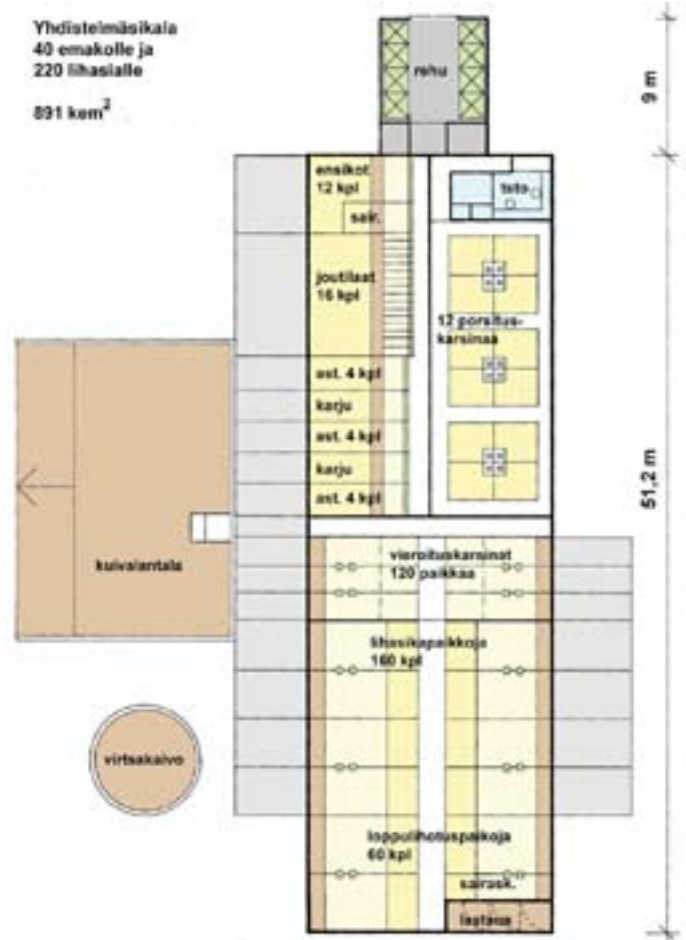
Kuvat 10 - 11. Toiminnallinen kaavio 192 emakon porsitussikalalle. Alkuperäinen 96-paikkainen porsitussikala muutetaan pelkästään porsitus- ja vieroitusosastoiksi ja jatkeeksi rakennetaan joutilaspihatto. Yhdistelmän viereen voidaan edelleen rakentaa porsitussikalan tuotannon kokoa vastaava lihasikala (alakuvassa).





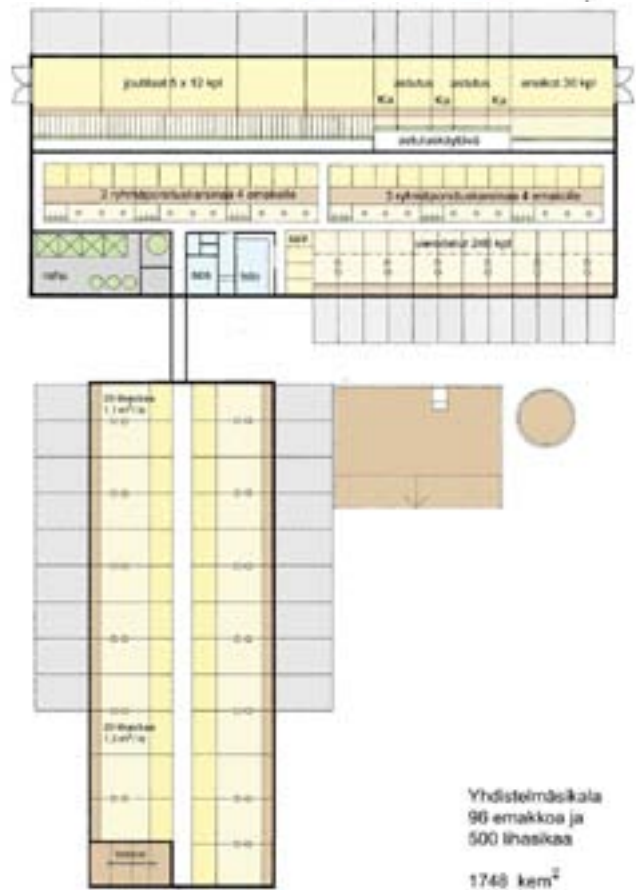
Kuva 12.

Yhdistelmäsiikalan pohjaratkaisu 40 emakolle ja 220 lihasialle. Rehu-, toimisto- ja tekniset tilat on esitetty viitteellisesti siten, että niiden sijoittelua voidaan muunnella tilakohtaisten tarpeiden mukaan.



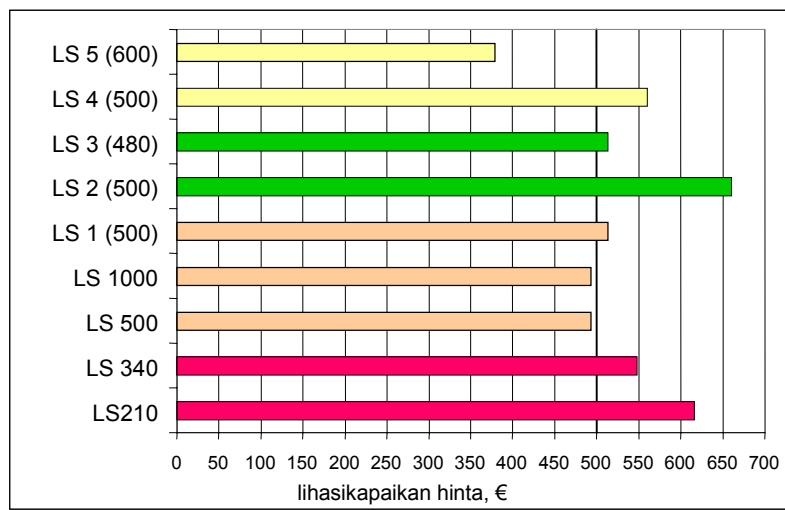
Kuva 13.

96-paikkainen emakkosikala, johon kytketty lihasikala on kuivalantaratkaisun mukainen versio, ja jossa on 500 kasvatuspaikkaa. Lopputihotuspaikkoja on 140 kpl.



## Mallien kustannusvertailut

Suunnitelluista pohjamalleista on laskettu maa- ja metsätalousministeriön määrittelemien ja TE-keskusten myöntämien investointitukien pohjaksi hyväksyttävät kustannukset. Hinnat siis eivät edusta todellisia rakennuskustannuksia, vaan ovat hallinnollisia enimmäiskustannustasoja. Luvut ovat kuitenkin keskenään vertailukelpoisia ja antavat kuvaa eri ratkaisujen taloudellisuudesta. Emakkopaikan hinta on kalleimmillaan pienimmässä 40-paikkaisessa yhdistelmäsiikalassa hieman yli 4000 €. Hinta laskee yksikkökoon kasvaessa ja suurimmassa mallissa luku on 3250 €. Lihaskapaikkojen hinta on korkeimmillaan 650 € ja edullisimmillaan kylmäpihatossa 375 €.



Kuva 14. Lihaskapaikan hintoja eri pohjaratkaisuissa. LS210 ja LS340 edustavat kahden pienimmän yhdistelmäsiikalalan hintatasoja. LS500, LS1000 ja LS1(500) ovat samoja karsinaratkaisuja joko itsenäisinä lihasikaloina tai yhdistelmäsiikaloiden osina. LS2:ssa ja LS3:ssa kaikki karsinat on mitoitettu suurimman pinta-alavaatimuksen mukaan. LS4 on purupohjaratkaisu ja mitoitettu 1,5 m<sup>2</sup>/lihasika. LS5 on kylmäkasvatusmalli, joka on mitoitettu myös 1,5 m<sup>2</sup>/lihasika. Emakkopaikkojen hinnat vaihtelevat 3200 eurosta hieman yli 4000 euroon.

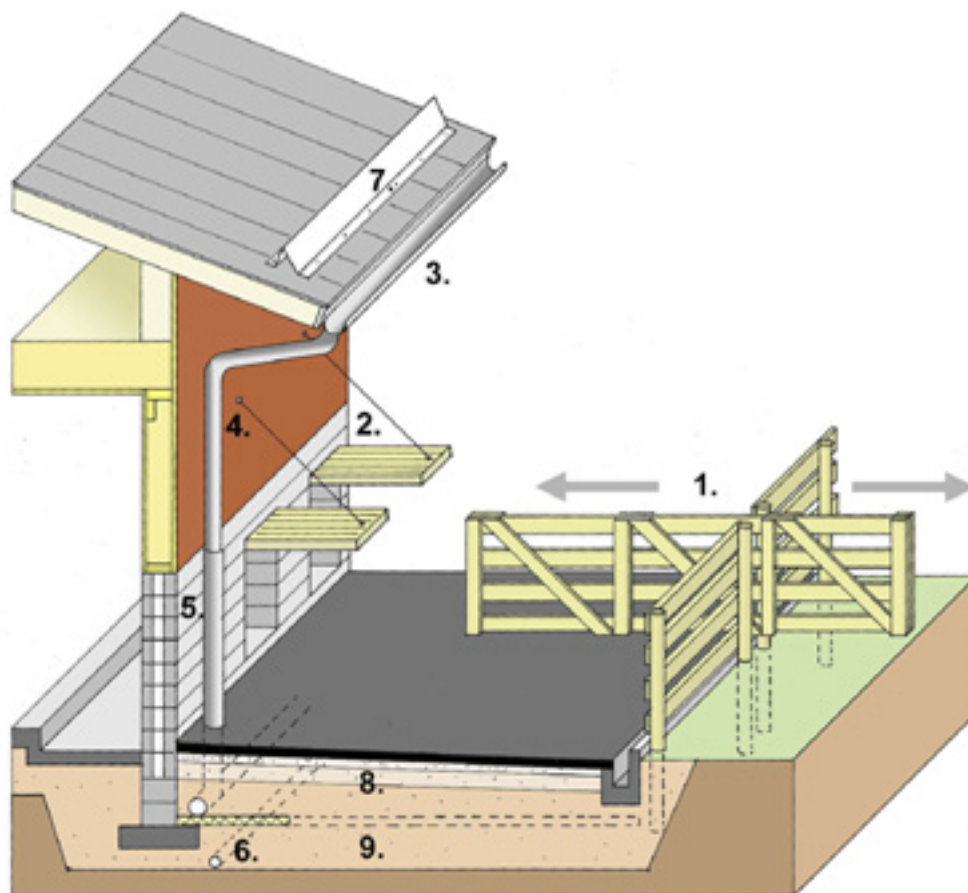
## Vertailu tavanomaiseen tuotantoon

Tutkimuksessa luomusikalaa on verrattu myös tavanomaiseen sikalaan. 500-paikkaisen lihasikalan verrokkina on samankokoinen lihasikala, johon mahtuu 630 kasvatuspaikkaa. Pidemmästä kasvatusajasta johtuen luomusikalassa on hitaampi kierto. Edellisistä seuraa, että samankokoisesta 740 m<sup>2</sup> rakennuksesta saadaan luomussa 1625 lihasikaa ja tavanomaisessa tuotannossa 2330 lihasikaa vuodessa teuraaksi. Taloudellisen kannattavuuden ydinkysymys onkin siinä, saadaanko tavanomaiseen tuotantoon verrattuna alemman tuotantotason hintavaje markkinoilta korkeampina tuottajahintoina. Rakennusten investointituissa molempia tuotantomuotoja tuetaan tasapuolisesti, joten hintavaje pitäisi pääasiassa saada markkinoilta eli kuluttajilta. Luomu- ja tavanomaisen sikalarakennuksen neliöhintaeroksi tulee vain 6 € tavanomaisen eduksi. Lihaskapaikan hinnassa eroa on jo 110 € luomusikalalan tappioksi. Luomusianlihan korkeammalla tuottajahinnalla pitää siis maksaa myös korkeampaa eläinpaikan hintaa.

## Luomusikala on myös ekologinen rakennus

Tutkimushankkeessa selvitettiin, millä mahdollisuuksilla itse rakennuksesta voidaan tehdä kestävä kehityksen periaatteita noudattava tuotantorakennus. Luomusikalan ekotehokkuus syntyy mm. siitä, että tilankäyttö on tehokasta, ja että vanhoja rakennuksia hyödynnetään. Pohjaratkaisut ovat joustavia, jolloin rakennus muuntuu tarvittaessa toiseen käyttötarkoitukseen. Rakennusmateriaaleina käytetään ekologista, ympäristölle haitattomia materiaaleja. Materiaaleissa suositaan paikallisia toimittajia ja lyhyitä kuljetuksia. Materiaaleja voidaan myös kierrättää ja turvallisesti hävittää rakennuksen purkuvaiheessa. Rakennuksen käytönaikainen energiankäyttö pyritään minimoimaan ja energiana käytetään kotimaista puuta.

Tutkimuksessa on esitetty myös malliratkaisuja rakennusdetaljeista. Kantaviksi runkomalleiksi on esitetty puurunkoja, joissa oman maatilan puutavaraa voidaan käyttää maksimaalisesti elementteinä tai paikalla rakentaen. Sikaloiden sijoittelusta tilakeskukseen on kaksi esimerkkiä, joista toinen on tutkimuksen mallirakennuskohteena ollut Hausjärven luomusikalahanke. Tutkimusraporttia voi tilata MTT/Vakolasta. Raportti on saatavissa myös verkkajulkaisuna pdf-muodossa osoitteessa <http://www.mtt.fi/met/pdf/met21.pdf>



Kuva 15. Esimerkki rakenteellisista malliratkaisuista jaloittelualueiden toteutukseen.

## Kirjallisuus

KIVINEN, T. Luomusikala Suomen olosuhteissa. Maa- ja elintarviketalous (2003):21, 79 s  
<http://www.mtt.fi/met/pdf/met21.pdf>, Verkkajulkaisu päivitetty 31.3.2003.



# Maatalouden tuotantorakennusten toiminnallisuus palotekniikan kannalta

*DI Jorma Jantunen, Maa- ja metsätalousministeriö, Maaseutu- ja luonnonvaraosasto*

Toiminnan suunnittelu on tuotantoprosessin optimointia talouden kannalta ottaen huomioon mm. eläinten hyvinvointi. Määrätään vapaan tilan tarve ja muoto, kulkureitit, rehu- ja lantajärjestelmät, haluttu sisälämpötila, luonnonvalon tarve, ilman suhteellinen kosteus, ilmanvaihdon määrä, ilman virtausnopeudet, pinnoilta vaadittavat mekaaniset, puhdistettavuus- ja kitkaominaisuudet. Toiminnallinen suunnittelu ei ole rakennuksen vaipan ja talotekniikan suunnittelua, mutta rakennuksen mitoitusparametrit tulevat toiminnasta.

Rakennuksen vaippa ja talotekniikka (ilmanvaihto, sähkö, lämpö, vesi) muodostavat fyysiset puitteet toiminnalle. Vaipan tehtävänä on mahdollistaa halutut, tuotannon kannalta oikeat olosuhteet rakennuksen sisätilaan, mahdollistaa halutut lämpöolosuhteet, valo, kaasupitoisuudet jne.

Tarvitaan siis toiminnan suunnittelijoita, jotka hallitsevat ja pystyvät optimoimaan prosessin ja antamaan suunnitteluparametrit rakennuskuoren suunnittelijalle. Toisaalta vaaditaan osaavia rakennussuunnittelijoita, jotka toteuttavat rakennuksen ko. parametrien mukaan koko rakennuksen odotettua käyttöikää tarkastellen.

Tuotantorakennusten koko on kasvanut vuosien myötä jopa tuhansiin neliöihin. Suuri rakennus muodostaa merkittävän riskikeskittymän tulipalon tuhoja ajatellen. Tuhatta neliötä kohden lämpimän rakennuksen arvo on n. 300 000-500 000 € ja tämän lisäksi tulee menetetyt eläinpääoman arvo, toiminnan keskeytymisestä aiheutuvat kulut sekä inhimilliset ja "eläimelliset" kärsimykset.

Mahdollisen vahingon vaikutusta pienennetään tehokkaimmin jakamalla rakennus osiin siten, että tulen leviäminen viereiseen osastoon kestää riittävän kauan, jotta pelastus ja sammutustyöt ehditään, toivon mukaan, toteuttaa. Tehokkainta on tietysti jakaa toiminnat eri rakennuksiin ja rakentamalla rakennukset riittävän etäälle toisistaan, ettei palo leviä rakennuksesta toiseen.

Palotekninen suunnittelu vaikuttaa rakennuksen toiminnan suunnitteluun monelta kannalta, mutta mikä on sen vaikutus toiminnan kustannuksiin? Usein tämä tarkoittaa sitä, kuinka paljon työmenekki lisääntyy, jos esim. 6000 m<sup>2</sup> saman katon alla oleva rakennus muutetaan kolmeksi 2000 m<sup>2</sup> rakennukseksi, jotka on yhdistetty yhdyskäytävillä.

Rakennuksessa tapahtuvan toiminnan kannalta palo-osastointi eroaa rakennustyyppien mukaan. Sikaloissa toiminta luontevasti lokeroituu kerroksen tasolla riittävän pieniin osastoihin. Kun vain lisäksi pidetään huoli, ettei palo pääse leviämään yläpohjaontelon kautta osastosta toiseen, ja eläinten pelastamista varten suunnitellaan selkeät reitit sekä riittävä määrä aukkoja poistumiseen. Se, että sikaloissa osastointi luontuu melko helposti on hyvä, koska palotekninen riski sikalassa on tilastojen mukaan suurempi kuin esim. navetassa.

Tämä johtunee pääasiassa siitä, että sikala tarvitsee lisälämpöä, ja lämpökeskuksen, josta palo usein saa alkunsa. Tutkittua tietoa siitä, mikä taloudellinen vaikutus eläinten siirtomatkan pitenemisellä on työmenekkiin, kun suuri sikala jaetaan osiin, ei ole käytettävissä. Vaikutus rakennuskuoren ja toimintainvestointien kustannukseen on melko helposti arvioitavissa vertailevilla rakennusosa-arvioilla.

Suurissa navetoissa palo-osastointi voi tulla tilan kokoa rajaavaksi. Yleensä pyritään siihen, että eläintila olisi yhtä tilaa. Toiminnan kannalta palo-ovet eläintilassa sekä eläintilan ja lypsyaseman välillä ovat hankalia. Näissä tapauksissa kannattaa parantaa rakennuksen paloluokkaa ja/tai lisätä paloturvallisuutta parantavaa tekniikkaa ja pyrkiä tätä kautta suurempaan sallittuun palo-osaston kokoon. Samoin siipikarjarakennukset ovat usein suuria yhtenäisiä halleja, mutta näissä osastointiin liittyvät palotekniset vaatimukset on helpommin toteutettavissa.



## Suurten tuotantoyksiköiden suunnittelu

*suunnittelija Kjell Brännäs, Maa- metsätalousministeriö,  
Maaseutu- ja luonnonvaraosasto, Rakentamisyksikkö*

Käsitettä suuret maatalouden tuotantoyksiköt käytetään maataloushallinnossa mm. silloin, kun rakentamiskustannukset ylittävät 840 000 euroa (5 milj. mk). Tämänkokoisten rakennusten investointitukihakemukset tulevat säädösten mukaan meille MMM:n rakentamisyksikköön lausunnolle.

Näitä ovat olleet nautakarjarakennukset (lypsy- ja lihakarjarakennukset sekä vasikkaväliskasvattamot), sikalat (emakko- ja lihasikalat) sekä puutarhatuotantoon liittyvät kasvihuoneet ja vihanneskäsittelylaitokset. Hankemäärä on ollut noin kymmenkunta vuodessa.

### Suurnavetat

Hyviä ja toimivia lypsykarjarakennusten tyyppiratkaisuja löytyy eri puolilta maailmalta, ja niitä on aika pitkälti myös käytetty Suomessa. Yleensä ei ole havaittu suurempia ongelmia lypsykarjarakennusten toiminnallisessa suunnittelussa. Joskus näyttää kuitenkin siltä, että vanhat rakennusosat ovat ohjanneet tai vaikuttaneet kokonaispohjaratkaisun liian paljon ja näin häirinnyt rakennuksen toimivuutta.

Vanhat käyttökelpoiset rakennukset tulisi aina mahdollisuuksien mukaan käyttää hyväksi, jos ne voidaan käyttää sellaisinaan ilman suurempia muutoksia. Nuorelle karjalle voidaan hyvin hyödyntää vanhat karjarakennukset, kun taas usein voi olla järkevä rakentaa täysin uusi halli lypsykarjalle, kylmä- tai lämminpihattona. Rakenteet tulisi valita pohjaratkaisun ja runkoleveyden mukaisesti. Lypsy- ja muut maidonhuoltotilat, valvonta ja sosiaalitilat kannattaa useimmiten myös rakentaa kokonaan uutena osana lypsykarjahallin osaksi. Lihakarjarakennuksiin liittyvien huolto- ja sosiaalitilojen suunnittelussa on usein havaittu puutteita.

Lämpökeskus tulisi mahdollisuuksien mukaan aina sijoittaa erikseen omana yksikkönä erityisesti silloin, jos on tarkoitus käyttää kiinteitä polttoaineita. Paloherkät rehuvarastot on usein myös syytä sijoittaa erikseen.

Pienten hallien etu yhden suurhallin sijaan on rakenteiden pysyminen pienimittakaavaisina ja helposti toteuttavina. Standardisoidut ilmanvaihto- ja lannanpoistojärjestelmät ovat helposti hyödynnettävissä. Haittoina voidaan pitää rakennusten etäisyyksistä aiheutuva vaikutus (rakennusten välinen liikenne) toimivuuteen sekä lisäksi suuremmat ulkoseinäpinta-alat, joka nostaa rakennuskustannuksia.

Suurnavettarakentamisessa on usein havaittu kustannusten kannalta ”ylilyöntejä” koneistuksessa (lypsy- ja ruokintalaitteistot, rehutornit) kuin taas lantaloiden ja ympäristönhuollon rakentamisessa yritetään säästää. Rutiläpalkkien laatuongelmia on myös usein havaittu.

## Suursikalat

Sikalasuunnittelussa on ollut enemmän ongelmia kuin muussa kotieläinrakennussuunnittelussa. Emakkosikaloissa tarvitaan eri osastoja, joissa on erilaiset kalusteet, huoneilmastot ym. olosuhteet. Lihasalat ovat yksinkertaisempia ja niissä ei ole ollut ongelmia. Ensimmäiset emakko-suursikalat suunniteltiin liian leveärunkoiseksi, koko tuotanto haluttiin yhden katon alle myös näissä suurtuotantolaitoksissa.

Rakennejärjestelmät tulee valita runkoleveyden sekä käyttötarkoituksen mukaan. Suursikalalan osastot tulisi jakaa erillisiin kapearunkoisiin ( $\leq 25\text{--}30$  m) rakennuksiin, jotka tarpeen mukaan voidaan yhdistää pienillä yhteyskäytävillä. Tämä parantaisi paloturvallisuutta, ilmanvaihtoa ja huoneilmaston toimivuutta, luonnonvalon saantia, vähentäisi tautien leviämiskäytävää, ja antaisi mahdollisuuden käyttää yksinkertaisempaa, perinteistä ja tuttua rakennetekniikkaa. Luonnonvalon puute voi olla merkittävä ongelma, joka johtuu ”ylileveästä” rakennuksesta. Ulkoseinän ikkunat ovat liian kaukana sikakarsinasta.

Paloturvallisuusasiat tulisi huomioida enemmän johtuen eri rakennejärjestelmistä ja rakennusten muodoista. Eläinten poistumisreitit tulee olla mahdollisimmat suorat.

Eläinsuojelun kannalta joutilas-, astutus- ja tiineysoastossa emakoilla on usein kohtalaisen pieni liikkumatila, ruokintaparsi ja kapeahko ritiläpalkkikäytävä. Pinta-alat täyttävät eläinsuojeluväestön vähimmäisalut. Tuetuissa hankkeissa tämä ritiläkäytävä tulisi suositusten mukaan laajentaa tai mieluummin tehdä ainakin osittain kiinteäpohjaiseksi (kuivikepohja). Näin on myös tietyn alueen sikalaratkaisuissa tehty. Hyväksytyt yksikkökustannukset lasketaan pinta-alan mukaan, ja tällöin tuetaan periaatteessa myös ”tilavampaa” ratkaisua isommalla tuella.

Suomessa ei ole valmiita sikalamalliratkaisuja eli kaikin puolin hyvin toimivia malliesimerkkejä. Tällaisia mallisuunnitelmia tulisi, jos mahdollista, alan intressitahojen toimesta kehittää.

## Suuret kasvihuonelaitokset

Kasvihuoneen rakennuspiirustuksissa ei yleensä ole ollut ongelmia, koska on olemassa valmiit standardien mukaiset rakenneratkaisut. Nämä (yli 5 000 m<sup>2</sup>) kannattaa tehdä ns. blokkikasvihuoneina ja näin tehdään yleisesti myös nykyään. Sen sijaan saattaa olla ongelmia rakennusten sijoituksessa, joka muun muassa johtaa toimivuusongelmiin ja ongelmalliseen liikenne-/kuljetusväyläverkostoon.

Suuri osa investointikustannuksista aiheutuu koneistuksesta ja automatisoinnista liittyviin laitteisiin. Näitä laitteita ei kuitenkaan ole yleensä osattu hahmotella detaljisuunnittelussa ja piirustuksissa. Eli hankkeen toiminnalliseen kokonaisuuteen ei ole riittävästi panostettu. Kasvihuoneiden kalustesuunnittelun tekee usein yrittäjä itse eli suunnitelmat ovat usein hyvin amatöörimäisiä. Myös sosiaalitulojen suunnittelu kasvihuoneessa ei aina ole tyydyttävää.

## Suurten tuotantoyksiköiden suunnittelussa ja rakentamisessa huomioon otettavat seikat

- **Alustava toimintasuunnitelma.** Tässä vaiheessa tulisi tehdä vastuuntuntoisten ja osaavien neuvojien avulla asialliset taloudelliset laskelmat ottaen huomioon kaikki tuet ja luotot sekä omat resurssit. Samalla saadaan selville, onko ylipäänsä olemassa realistiset edellytykset toiminnan laajentamiseen. Tämän laskelman tulisi antaa kustannuskehykset ja opastusta siihen, kuinka iso investointi pystytään tekemään ja silti pitämään talous tasapainossa. Tässä vaiheessa tulisi myös selvittää rahoitusmahdollisuudet TE-keskuksen kanssa. Mahdollinen tuki pienentää merkittävästi taloudellista riskiä, ja tuella on siten olennainen positiivinen osuus taloudellisessa suunnittelussa.
- **Luonnosvaihe.** Esisuunnittelussa aikaansaadun kustannuskehysten mukaan neuvotellaan tulevista suunnitelmista osaavan ja vastuuntuntoisen rakennussuunnittelijan kanssa. Tässä vaiheessa pohditaan, minkä tyyppinen rakennus soveltuu saatuun kustannuskehukseen, karjanhoitajalle (useimmiten rakentaja itse) ja hänen toivomuksiinsa työmenetelmistä, olemassa olevaan rakennuskantaan ja ympäristöön. Ennen kaikkea on tärkeää, että suunnittelijalla tai suunnittelijoilla on tähän tehtävään tarvittavat perustiedot. Suurten rakennusten suunnitteluun vaaditaan arkkitehdin osallistuminen joko pääsuunnittelijana tai neuvojana jo luonnosvaiheessa, kun suunnittelu lähtee liikkeelle. Jos rakentaja ei tiedä suunnittelijan pätevyyttä, hänen tulisi tarkistaa hänen referenssejä, käydä katsomassa minkälaisia rakennuksia hän on suunnitellut ja keskustella rakentajan kokemuksista suunnittelutyön osalta. On muutenkin hyvin tärkeää käydä tutustumassa eri rakennustyyppeihin ja toimintaratkaisuihin. Kannattaa varmistaa erilaisten teknisten ja rakenteellisten järjestelmien toimivuus. Työturvallisuus- ja ergonomiset asiat tulisi myös huomioida luonnosvaiheessa.

Liian suurten rakennusten rakentamista tulisi välttää. Kun kyseessä on suurtuotanto, tulisi erilaiset osastot ja toiminta aina mahdollisuuksien mukaan jakaa eri rakennuksiin. Suurvahinkoriskien välttämiseksi suurissa tuotantoyksiköissä (yli 1 000 m<sup>2</sup>–2 000 m<sup>2</sup> ja ylöspäin), esim. tulipalo, rakenteiden romahtaminen sekä eläinsairauksien leviämisessä, kannattaa tuotantotoiminta jakaa kokonaan eri rakennuksiin. Hiehot ja sonnivasikat voidaan kasvattaa eri rakennuksissa. Lypsy- ja muut maidonhuoltotilat, valvonta ja sosiaalitilat sekä paloherkät rehuvarastot voidaan myös sijoittaa erikseen. Lämpökeskus tulisi mahdollisuuksien mukaan aina sijoittaa erikseen omana yksikkönä erityisesti silloin, jos on tarkoitus käyttää kiinteitä polttoaineita. Pienten hallien etu yhden suurhallin sijaan on rakenteiden pysyminen pienmittakaavaisina ja helposti toteuttavina. Standardisoidut ilmanvaihto- ja lannanpoistojärjestelmät ovat helposti hyödynnettävissä. Haittoina voidaan pitää rakennusten etäisyyksistä aiheutuva vaikutus (rakennusten välinen liikenne) toimivuu-teen sekä lisäksi suuremmat rakennuskustannukset.

- **Viranomaiskierros.** Kun kyseessä on isompi hanke ja investointi, tulisi rakentajan aina keskustella asiasta etukäteen rakennustarkastajan, TE-keskuksen maaseutu-osaston ja ympäristökeskuksen virkamiesten sekä naapurien kanssa. Luonnosvaiheessa on helpompi tehdä muutoksia kuin jälkikäteen, ja pääsuunnittelukin voidaan aloittaa varmemmalla pohjalla.
- **Tarjouspyynnöt.** Ennen pääsuunnittelun aloittamista rakentajan tulisi luonnospii-rustusten perusteella pyytää tarjouksia rakennuselementeistä, koneellisista laitteista ja varusteista kuten lypsylaitteistoista, ruokinta-, ilmanvaihto- ja lannanpoistojärjes-telmistä sekä parsi- ja karsinakalusteista. Tarjousten perusteella tehdään lopullinen laitteistojen ja rakennustuotteiden valinta. Koneellisten laitteistojen hankinnassa on tärkeää verrata eri tarjouksia ja lukea tarkkaan niiden sisältö. Halvin tarjous ei ole aina paras eikä pitkällä tähtäimellä edes edullisin vaihtoehto. Takuiden ja mahdol-listen takuuhuoltosopimusten varmistaminen on myös syytä tehdä. Rakennusele-menttien laatuasiat voidaan varmistaa, mikäli nämä täyttävät voimassa olevat laatu-standardit, ovat tyyppihyväksytyjä tai niille on myönnetty MMM:n ennakkohyväk-syntä.
- **Pääsuunnittelu.** Pääsuunnittelija laatii pääpiirustukset, joissa mitoittaminen teh-dään valittujen rakennuselementtien ja -materiaalien sekä hyväksytyjen laite- ja ka-lustetarjousten mukaisesti. Isokokoisille rakennuksille vaaditaan erikoispiirustuksia. Kun laaditaan pääpiirustuksia, vaaditaan niiden toteuttamiseen arkkitehdin osallis-tumista joko pääsuunnittelijana tai vähintään avustajana. Kantavien rakenteiden suunnitteluun vaaditaan insinöörin tekemät rakennepiirustukset. LVI- ja sähkö-suunnitelmat tulee myös laadituttaa asiantuntijalla eli LVI- tai sähköinsinöörillä. Näitä erikoispiirustuksia voidaan myös käyttää LVI-, sähkö- ym. urakkapyyntöjen yhteydessä, jossa ne ovat suureksi hyödyksi urakoiden hintavertailuissa. Suunnitte-lukustannukset voidaan myös suoraan huomioida tuettavissa kustannuksissa.
- **Rakennusvaihe.** Maankäyttö- ja rakennuslaki vaatii rakennushankkeelle vastaavan työnjohtajan, joka valvoo ja ohjaa rakennustöitä. Tämä laki koskee siis kaikkea ra-kennusluvan vaatimaa rakentamista. On tärkeää, että työnjohtaja on ammattitaitoi-nen ja vastuutuntoinen. Hänen tulee kyetä organisoimaan ja seuraamaan koko ra-kennusprosessia yhteistyössä suunnittelijoiden, viranomaisten, rakennustyömiesten ja eri urakoitsijoiden kanssa. Hyvä työnjohtaja jakaa työt sopimuksilla eri urakoitsi-joiden kanssa aikataulun mukaan siten, että työt sujuvat tasaisesti ja keskeytyksettä ja urakoitsijat tekevät työnsä sovittuna ajankohtana. Työnjohtaja eliminoi tai pie-nentää työvirheiden riskit. Hän saa palkkansa valvomalla, että työt tulee oikein teh-tyä. Esim. salaojitusten, lämpö- ja kosteuseristeiden, putki- ja sähkökaapeleiden asennukset ym. näkymättömiin peittyvien töiden virheet huomataan vasta muuta-man vuoden kuluttua.

Jos halutaan tehdä suuria muutoksia piirustuksiin, tulee niihin pyytää lupa sekä kunnan rakennustarkastajalta että TE-keskuksen maaseutuosastolta. Suuret muutokset vaativat muutospirustuksia.

Toimivat palonhälyttimet tulee aina asentaa kotieläinrakennuksiin tai ainakin isoimpiin rakennuksiin, joissa on paljon eläimiä ja suuri vahinkoriski. Suojaverkot tulisi asentaa siten, että linnut eivät pääse lentämään rakennuksen sisään ja levittämään salmonellaa ym. eläintauteja. Tietyillä alueilla on ehkä syytä rakentaa aitauksia, jotta petoeläimet eivät pääse hyökkäämään kotieläinten kimppuun. Tällaisia asioita on siis huomioitava jo rakentamisvaiheessa vahinkojen riskien pienentämiseksi.

- **Rakennuksen käyttöönotto.** Uudelle rakennukselle on tehtävä loppukatselmus ennen kuin se voidaan ottaa käyttöön. Loppukatselmus tulisi suorittaa sellaisena ajankohtana, jolloin mukana ovat yhtä aikaa kunnan rakennustarkastaja, palopäällikkö tai -tarkastaja ja TE-keskuksen rakentamisasioista vastaava rakennusmestari tai -insinööri. Työjohtajan tulee olla paikalla, ja jos mahdollista myös rakennuksen pääsuunnittelija. Katselmuksessa tarkistetaan, että rakennus on tehty hyväksytyjen piirustusten mukaisesti. Ammattitaitoiset tarkastajat huomaavat mahdolliset virheet ja riskipaikat. Paloturvallisuus ja muiden turvallisuusjärjestelyiden, kuten esim. lietesäiliöiden suojakaiteiden tarkastaminen tulee suorittaa erityisen huolella. Mahdolliset huomautukset ja virheet on korjattava ennen uuden jälkikatselmuksen pitämistä.
- **Rakennuksen käyttö.** Valmiin, käytössä olevan suuren tai pienen rakennuksen toimivuus voidaan ylläpitää ja onnettomuusriskit voidaan minimoida pitämällä rakennus ja laitteet hyvässä kunnossa. Huoltokirja on oiva apuväline rakennuksen ja siihen kuuluvien laitteiden ja varusteiden kunnossapidossa. Huoltokirjan tai -kirjojen tulisi kattaa koko rakennus ja siihen kuuluvat laitteet sisältäen päiväkirjan, jossa on muistutuksia määräaikaistarkastuksista ja huolloista.

# Pihattosuunnittelu Ruotsissa

*toimitusjohtaja Eilert Andersson, Ydre Grinden Ab*

## Lämmin pihatto

Tavallisin rakennusmalli on teräs- tai liimapuurunko, jossa sisätila on auki harjalle. Seinät ovat tavallisesti lämpöeristettyjä betonielementtejä. Harjalle asennetaan yleensä säädettävä harjailmasointi (ns. luonnollinen ilmastointi), jossa on valokate. Betonielementtiseinän yläpuolelle asennetaan useimmiten säädettävä ilman sisääntuloaukko, jossa on myös valokate. Pihatton sisäleveys vaihtelee karjakuon mukaan, mutta leveys on yleensä 20–30 m. Kustannussyistä maituhuone ja sosiaalitulat sijoitetaan rakennuksen sisälle eikä esim. rakennuksen sivustalle.

## Kylmäpihatto, jossa lämmin lypsyosasto

Kylmäpihaton rakenne on usein samankaltainen kuin lämpöisenkin, mutta rakennus on eristämätön. Rakennuksessa käytetään sekä teräs- että liimapuurunkoa. Luonnollinen ilmastointi on tavallinen myös kylmäpihatossa. Kylmäpihaton yhteyteen rakennetaan useimmiten lämmin osasto, johon sijoitetaan lypsy- ja sosiaalitulat.

## Luonnollinen ilmastointi pihatossa

Jotta saataisiin mahdollisimman hyvä sisäilma alhaisin käyttökustannuksin, käytetään lähes poikkeuksetta luonnollista ilmastointia, jolloin sisätila on auki harjalle saakka. Toinen suuri etu on järjestelmän äänettömyys. Saadakseen runsaasti valoa sisätiloihin, käytetään läpinäkyviä katteita sekä tulo- että poistoaukoissa.

## Pihatton ja ruokintalaitteiston suunnittelu

Pyrimme välttämään traktorilla ajettavia ruokintapöytiä tartuntariskin takia. Sijoitamme yleensä ruokintapöydän rakennuksen keskelle, josta eläimet voivat syödä molemmilta puolilta. Pöydän leveys on tavallisesti 2,0–2,4 m. Ruokintalaitteena on useasti kiinteä apesekoitin ja tietokoneohjattu ruokintavaunu tai nauhakuljetin, jolla rehuseos jaetaan eläimille. Jotta siivoustyö jäisi mahdollisimman vähäiseksi, asennamme ruokintapöydälle korkeareunaisen polyesteribetonikaukalon. Jotta ruokintapaikkojen käyttö olisi mahdollisimman tehokasta suhteessa makuupaikkojen määrään, on molemmin puolin ruokintapöytää yleensä kolme makuuparsiriviä ja kaksi lantakäytävää. Lypsyrobottitiloilla, joissa halutaan ohjata eläinliikettä, käytetään joskus neljää makuuparsiriviä ja kolmea lantakäytävää.



## **Ruokintaparsi ruokintapöydällä ja parsimattolattia**

Ruokintapaikoilla käytetään useasti ruokintaparrenerottajia ja parsimattolattiaa. Tällä on ainakin kaksi selvää hyötynäkökulmaa. Eläimet voivat rauhassa syödä ja alusta on terveellinen sorkille.

## **Virtsanerotus avoimissa kouruissa**

Olemme viimevuosina asentaneet kourun keskelle virtsanerotusputken nopean virtsanerotuksen aikaansaamiseksi. Tämä vähentää ammoniakkin erottumista ja parantaa sorkan terveyttä. Tällöin lantakourun pohja kallistetaan n. 3 % virtsanerotusputken suuntaan. Kun lantaraappamme kulkee kourussa, se samalla puhdistaa virtsaputkea.

## **Kumimatto avokourussa**

Jotta saataisiin vielä parempi eläinterveys, olemme alkaneet markkinoimaan kumimattoja kourunpohjaan. Syksyn aikana olemme myös asentaneet muutaman kourun, jossa on sekä virtsanerotusputki että kumimatto. Tämä merkitsee sitä, että eläinten olosuhteet ovat erittäin hyvät, koska ne viettävät suuren osan ajastaan kumimatolla. Kumimattoja on myös saatavissa ritilän päälle, eli sielläkin voidaan parantaa olosuhteita huomattavasti.

## **Makuuparsi kalusteet lyhennetyllä parrenerottajalla**

Olemme kehittäneet lyhennetyn parrenerottajan, joka lisää liikkumatilaa eläimen noustessa ja käydessä makuulle. Yksi etu on myös se, että eläintä ei ohjata ainoastaan niskaputkella vaan myös alemmalla etuputkella, johon erottaja on kiinnitetty. Putki estää myös eläintä menemästä liian ”syväälle” parteen.

Esimerkkejä eri pohjaratkaisusta lypsyrobottiloilla (ohjattu- ja vapaa eläinliikenne).

## **Betonielementtien käyttö lattiavalun yhteydessä**

Olemme suunnitelleet erilaisia betonielementtejä, joita käytämme lattiavalujen yhteydessä. Elementeillä säästetään työaikaa verrattuna perinteiseen muotintekoon. Menetelmän avulla säästetään myös betonia.

## **Esimerkkejä uusista tuotantorakennuksista – kehityksen suunta meillä ja maailmalla**

*rakennussuunnittelija Jouni Pitkäranta*

Tuotantorakennusten voimakkaasti kasvanut koko on yhteinen nimittäjä kaikelle kehitykselle ja sen tarpeille tämän päivän rakennussuunnittelussa ja –tutkimuksessa. EU-jäsenyyden aikana meillä Suomessa kotieläinrakennusten koko on vähintään kaksin-, jollei jopa kolminkertaistunut. Sama kehitys kohti yhä suurempia yksiköitä vastaavana ajanjaksona on ollut myös muualla Skandinaviassa ja Euroopassa.

Kansainvälisessä keskustelussa suurissa karjatalousmaissa on puhuttu erittäin paljon eläinten hyvinvoinnista. Kuluttajien halu saada tietää tuotetun elintarvikkeen alkuperästä ja tuotantotavasta on kasvanut, ja sitä kautta suunnittelu lähteekin tänään enenevässä määrin eläimen näkökulmasta. On oivallettu se, että terve ja hyvinvoiva eläin on samalla kertaa tuottava eläin. Tehokkuuden nimissä on tehty aikaisemmin paljon virheitä ja nyt niistä halutaan ottaa opiksi.

Yhdysvalloissa uusissa lypsykarjarakennuksissa suunnittelun avaintermi on ollut jo pitkän ajan ”cow confort”. Uudet navetat, jotka ovat kooltaan meidän näkökulmastamme jättiläismäisiä vähintään 500–1000 lehmän maitotehtaita, tehdään lehmän kannalta mahdollisimman mukaviksi. Parren koko, pintarakenne ja parrenerottaja ovat tässä avainasemassa. Parsi on joko parsipetillä varustettu tai sitten parressa on hiekkapohja. Parren oikealla muotoilulla voidaan myöskin parantaa eläinten puhtautta ja sitä kautta lypsyasemilla tehtävää työtä. Jos lehmiä on esimerkiksi 2000, voi pienikin mitoitusvirhe parressa olla työmenekin ja sitä kautta kannattavuuden kannalta ratkaiseva.

Lehmälle on liikkumistilaa uusissa amerikkalaisnavetoissa entistä enemmän. Käytävät ovat leveitä. Lisäksi on meneillään useita tutkimushankkeita lantakäytävämateriaaleiksi, kovalle betonipohjille halutaan etsiä pehmeämpiä vaihtoehtoja.

Lehmän hyvinvointia kesäkuumalla on lisätty avaamalla navetan sivuseiniä erilaisilla verhoratkaisuilla. Käytännössä kesäaikana navetassa seinät ovat täysin auki. Läpiveto joko pituus- tai leveys suunnassa on todettu olevan ainoa oikea tapa vaihtaa ilmaa kesäaikana. Silti tämänkään ei ole aina todettu riittävän, vaan läpivetoa tehostetaan erilaisilla puhaltimilla. Esimerkiksi liian leveissä eläinhalleissa ilma ei vaihdu riittävän hyvin poikkisuunnassa.

Toiminnallinen suunnittelu on Yhdysvalloissa pysynyt varsin pitkään samanlaisena. Makuuhallit ovat erillisiä halleja, jotka yhdyskäytävin on yhdistetty lypsyasema- ja poikimahalleihin. Laajentamismahdollisuus on aina otettu huomioon. Tämän mallin mukaisia suuria yksiköitä on tulossa myös entisen Itä-Euroopan maihin.

Myös Keski-Euroopassa lehmähallien suunnittelussa on samanlainen suunta kuin Yhdysvalloissa. Seinät avataan, ja navetta on kesäaikana kuin katos. Ilmasto-olosuhteet ovat vastaavat kuin Yhdysvalloissa suurten järvien alueella, jossa tuotetaan suuri osa maan maidosta.

Euroopassa keskustellaan kiivaasti tuotantoeläinten pidon suhteesta ympäristöön ja lähinnä sen negatiivisiin vaikutuksiin. Kotieläinrakennusten suunnitteluun asia vaikuttaa mm. lannanpoistojärjestelmien ja ilmanvaihtotapojen kautta. Tanskassa on alkanut kattava tutkimus siitä, minkälaisella lannanpoistojärjestelmällä toteutettu navetta tuottaa vähiten päästöjä. Lantakaasupäästöt vaikuttavat ympäristön lisäksi sekä eläimen että hoitajan hyvinvointiin. Hajuntuoton vähentämiseen liittyvät myös erilaiset navetan puhdistuskoneet ja laitteet, mm. ritilän puhdistamisen tekevä harjauskone ja ritiläpalkin pintaraappa. Näiden laitteiden ensisijainen tehtävä on kuitenkin ihmisen tekemän puhdistustyön vähentäminen ja helpottaminen

Automaation ja koneiden käyttö lisääntyy muutenkin eurooppalaisissa navetoissa. Erityisesti automaattinen lypsy kiinnostaa. Nykyiset robottikonseptit kehittyvät ja yhdellä robotilla voidaan hoitaa useampaa lypsypaikkaa ja tätä kautta taloudellinen kynnyks kynnys robottiinvestointiin laskee. Myös ruokinnan automatisointi tulee kehittymään.

Perinteisten lypsyasemien kehittäminen ei ole kuitenkaan jäänyt automaattilypsyn jalkoihin. Uusia tapoja lisätä ergonomiaa lypsytyössä on saatavilla, mm. jo Suomessakin yleinen säädettävä hissilattia lypsymonttuun, avopäätyinen montuton lypsyasema ja lypsylaitteiston lähes äänetön asennustapa. Yhdysvalloista peräsin oleva lypsimen kannatuskäsivarsi on sekkin uutuus, joka lisää työn keveyttä ja myöskin nopeuttaa sitä, lypsintä ei tarvitse enää kannatella.

Suomalaisessa navettakeskustelussa on viimeisten parin vuoden aikana ollut yksi pääaihe, automaattinen lypsy. Robottilypsy onkin levinnyt yllättävän nopeasti suomalaisiin navetoihin. Toisaalta myös meillä lypsyasemat ovat kehittyneet ja samoja uusia ratkaisuja on meilläkin saatavilla. Viljelijät ja suunnittelijatkin hankkivat tietoa ulkomailta, tämä näky uusissa navettahankkeissa. Yleisesti voi todeta, että navettarakentamisemme on ”eurooppalaistunut”.

Lopullinen uudenlaisen rakennetekniikan läpimurto on tapahtumassa isojen lypsykarjarakennusten rakenneratkaisuissa. Koska navettahallien koko alkaa meilläkin olla jo hyvin suuri, 800-2000 m<sup>2</sup> ja leveys 20-30 metriä, ei perinteinen naulalevyristikkotekniikka ole enää kovin järkevää. Katot tehdään erilaisista elementeistä, useimmiten peltielementeistä, jossa on eristeenä polyuretaani, solumuovi tai villa. Syy tähän on se, että katoneliöt ovat erityisen hitaita tehdä, koska ne tehdään normaalisti altopäin. Lisäksi eläinhallit ovat entistä korkeampia, vaaditaan katon tekemiseen erittäin hyvät telineet. Elementtitekniikan käyttö ylhäältäpäin tehden nostureiden avulla on isoissa navetoissa lähes ainut järkevä tapa, jolla voidaan nopeuttaa rakennuksen valmistumista.

Varsinaiset kantavat primäärirakenteet perustuvat uusissa navetoissa erilaisiin kehärakenteisiin, ensisijaisesti pilarillisiin kehäpalkkeihin, mutta nyttemmin myös kolminivelkeihin. Primäärirakenteitten materiaali on useimmiten liimapuu, kertopuu tai teräs. Nämä rakenneratkaisut ovat nyt uusia, mutta niitä löytyy Suomesta aikaisemmilta vuosikymmeniltäkin. Ehkä suurin muutos rakennetekniikassa on siis naulalevyristikon valta-aseman mureneminen navettahalleissa. Sikalarakennuksissa naulalevyristikko on säilyttänyt asemansa, koska sisäkorkeusvaatimus on paljon pienempi kuin navettahalleissa.

Suuri haaste 2000-luvun karjasuojien rakentamisessa on itse rakentamisprosessi. Millä tavalla voidaan helpottaa tilan isäntäväen painetta rakentamisen aikana? Tilan päätuotantosuunta on joko maidon tai lihan tuottaminen, ei rakentaminen. Tarvitaan standardisoituja valmiiksi mietittyjä rakenne- ja jopa rakennusratkaisuja, jossa suuri osa asioista on ratkaistu suunnittelupöydällä ja esivalmisteita tekevillä tehtailla.

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

- 50 Maatalouden uusi teknologia – tarkkuutta ja tehokkuutta. Ensimmäiset teknologia-päivät 1.–2.10.2003. *Kallioniemi (toim.)* 123 s. (verkkojulkaisu osoitteessa: [www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts50.pdf](http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts50.pdf)).
- 35 Suurten maatalousrakennusten puurunkoratkaisut. Olosuhdemittaukset ja toiminnalliset mallit. *Kivinen*. 62 s. Hinta 20 €.
- 23 Esiselvitys kotieläintalouden ympäristökuormitusta vähentävien menetelmien ja tekniikoiden kustannuksista ja tehokkuudesta. *Kallioniemi*. 51 s., 2 liitettä. (verkkojulkaisu osoitteessa: [www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts23.pdf](http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts23.pdf)).
- 21 Suomalaisen maatalouskoneteollisuuden tulevaisuuden haasteet. *Manni & Riipinen*. 208 s., 9 liitettä. Hinta 25,00 €.
- 18 Sata vuotta tutkittua maataloustekniikkaa. *Kallioniemi (toim.)*. 61 s. Hinta 20,00 €.
- 17 Pihaton lypsyjärjestelmät. *Manninen ym.* 53 s., 2 liitettä. (verkkojulkaisu osoitteessa: [www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts17.pdf](http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts17.pdf)).
- 16 Parsinavetan lypsykone: Hankitaanko uusi vai korjataanko vanhaa? *Manninen & Nyman*. 10 s., 4 liitettä. (verkkojulkaisu osoitteessa: [www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts16.pdf](http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts16.pdf)).
- 5 Riskienhallinnan menetelmät elintarvikeketjussa. *Suutarinen & Mattila*. 16 s. (verkkojulkaisu osoitteessa: [www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts5.pdf](http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts5.pdf)).
- 4 Laatu ja riskit elintarviketaloudessa -menetelmät ja välineet: seminaari 29.11.2001, Olkkalan kartano, Vihti. *Mattila & Suutarinen (toim.)*. 21 s. (verkkojulkaisu osoitteessa: [www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts4.pdf](http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts4.pdf)).

